

Додаток 4  
до Порядку передачі документації  
для надання висновку з оцінки впливу  
на довкілля та фінансування оцінки  
впливу на довкілля

## ЗВІТ

з оцінки впливу на довкілля  
планованої діяльності «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення  
глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській  
ділянці дельти»

2020645896

(реєстраційний номер справи  
про оцінку впливу на довкілля  
планованої діяльності)

Організація-виконавець:  
НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО –  
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ  
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ"  
(УКРНДІЕП)  
Лиректор  
доктор геогр. наук, професор



А. В. Гриценко

Харків – 2023

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	6
1 Опис планованої діяльності з реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти».....	8
1.1 Опис місця провадження планованої діяльності .....	8
1.2 Цілі планованої діяльності .....	11
1.3 Опис характеристик діяльності протягом виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності.....	11
1.3.1 Днопоглиблення та складування ґрунтів днопоглиблення.....	13
1.3.2 Гідротехнічні споруди.....	27
1.3.3 Забезпечення судноплавства.....	28
1.4 Опис основних характеристик планованої діяльності .....	32
1.5 Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів, скидів та інших факторів впливу в будівельний період та при впровадженні планованої діяльності.....	40
1.5.1 Оцінка за кількістю відходів.....	40
1.5.2 Оцінка за кількістю викидів.....	45
1.5.3 Оцінка забруднення води.....	50
1.5.4 Оцінка забруднення повітря.....	54
1.5.5 Оцінка забруднення ґрунту та надр.....	69
1.5.6 Оцінка шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також випромінення.....	69
1.6 Оцінка за змінами гідрологічних параметрів рукавів та переднього краю дельти.....	72
1.7 Оцінка за обсягами днопоглиблювальних робіт у експлуатаційний період.....	76
2. Опис виправданих альтернатив.....	78
2.1 Опис раніше розглянутих альтернатив планованої діяльності географічного характеру та основних причин обрання траси ГСХ Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти рукавом Бистрий.....	78
2.2 Опис альтернатив складу гідротехнічних споруд.....	109
3 Опис поточного стану довкілля та його імовірної зміни без провадження планованої діяльності.....	112
3.1 Кліматична характеристика.....	112
3.2 Метеорологічний режим.....	113
3.3 Гідрологічний режим.....	117
3.4 Ґрунтові умови.....	125
3.5 Гідрохімічні умови.....	130
3.6 Стан флори і фауни .....	132
3.7 Еколого-соціальні умови та здоров'я населення .....	137
3.8 Імовірні зміни сучасного стану довкілля без провадження планованої діяльності .....	167
4 Опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності та її альтернативних варіантів, у тому числі здоров'я населення .....	168
4.1 Стан фауни.....	168
4.2 Стан флори.....	195
4.3 Стан біорізноманіття.....	203
4.4 Стан землі.....	209



4.5 Стан водного середовища.....	211
4.5.1 Масиви поверхневих вод.....	212
4.5.2 Основні природні фактори впливу на формування гідрогеологічних умов в заплаві Кілійського рукава в межах дельти р. Дунай.....	231
4.6 Стан повітря.....	255
4.7 Кліматичні фактори.....	255
4.8 Об'єкти природно-заповідного фонду та території, які мають особливе природоохоронне значення.....	256
4.9 Матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину.....	277
4.10 Ландшафт.....	279
4.11 Соціально-економічні умови.....	282
4.12 Взаємозв'язок між факторами, включаючи здоров'я населення.....	322
5 Опис і оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності .....	329
5.1 Можливий вплив, зумовлений виконанням підготовчих і будівельних робіт та провадженням планованої діяльності .....	336
5.2 Можливий вплив, зумовлений використанням у процесі провадження планованої діяльності природних ресурсів, зокрема земель, ґрунтів, води та біорізноманіття .....	348
5.3 Можливий вплив, зумовлений викидами та скидами забруднюючих речовин, шумовим, вібраційним, світловим, тепловим та радіаційним забрудненням, випромінюванням та іншими факторами впливу, а також здійсненням операцій у сфері поводження з відходами .....	348
5.4 Можливий вплив, зумовлений ризиками для здоров'я людей, об'єктів культурної спадщини та довкілля, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій.....	359
5.5 Можливий вплив, зумовлений кумулятивним впливом інших наявних об'єктів, планованої діяльності та об'єктів, щодо яких отримано рішення про провадження планованої діяльності, з урахуванням усіх існуючих екологічних проблем, пов'язаних з територіями, які мають особливе природоохоронне значення, на які може поширитися вплив або на яких може здійснюватися використання природних ресурсів.....	366
5.6 Можливий вплив, зумовлений впливом планованої діяльності на клімат, у тому числі характер і масштаби викидів парникових газів, та чутливістю діяльності до зміни клімату.....	389
5.7 Можливий вплив, зумовлений технологією і речовинами, що використовуються.....	390
5.8 Зведена оцінка впливу реконструкції ГСХ на довкілля.....	391
6 Опис методів прогнозування, що використовувалися для оцінки впливу на довкілля... ..	396
6.1 Методи і методики збору та первинного аналізу даних для прогнозування.....	396
6.2 Методи аналізу стану довкілля та оцінки впливів.....	447
6.3 Методи обробки даних для прогнозування.....	484
6.4 Методи прогнозування.....	489
7 Опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі компенсаційних заходів .....	515

7.1 Заходи щодо мінімізації впливу робіт з реконструкції ГСХ р. Дунай – Чорне море на довкілля.....	515
7.1.1 Заходи щодо мінімізації впливу робіт у морській частині ГСХ та дампіngu на морський гідровідвал.....	515
7.1.2 Заходи щодо мінімізації впливу днопоглиблювальних робіт та складування у берегові відвали у річковій частині ГСХ р. Дунай – Чорне море.....	517
7.2 Заходи щодо мінімізації впливу планованої діяльності на екосистеми ДБЗ та інші території ПЗВ та Смарагдової мережі.....	520
7.3 Пропозиції щодо зменшення кумулятивного впливу планованої діяльності на якість води та іхтіофауну, в тому числі у транскордонному контексті .....	521
7.4 Пропозиції щодо вдосконалення системи моніторингу в дельті Дунаю.....	521
7.5 План щодо компенсаційних заходів або заходів з мінімізації можливих негативних впливів при реалізації нового проєкту ГСХ р. Дунай – Чорне море.....	523
8 Опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проєкту до ризиків надзвичайних ситуацій, заходів запобігання чи пом'якшення впливу надзвичайних ситуацій на довкілля та заходів реагування на надзвичайні ситуації .....	527
9 Оцінка транскордонного впливу.....	545
9.1 Характеристика умов і елементів навколишнього середовища у зоні впливу ГСХ..	545
9.1.1 Українська частина дельти Дунаю.....	545
9.1.2 Румунська ділянка дельти Дунаю.....	554
9.2 Визначення факторів довкілля, на які поширюються впливи планованої діяльності та можливих екологічних наслідків.....	570
9.3 Перелік можливих транскордонних впливів ГСХ на навколишнє середовище у відповідності з висновками Комісії із запиту, виділення ключових факторів впливів у транскордонному контексті.....	574
9.4 Результати досліджень впливу конфігурацій дамб морського підхідного каналу при реконструкції ГСХ на перерозподіл стоку між рукавами дельти Дунаю.....	576
9.5 Результати моделювання поширення плями підвищеної мутності від дампіngu на морський відвал ґрунту під дією вздовжберегових південних течій.....	592
9.6 Результати модельних досліджень впливу морського підхідного каналу ГСХ і огорожувальної дамби на вздовжбереговий транспорт наносів.....	606
9.7 Результати оцінки впливу струмененапрямної дамби на витрати та рівні води у рукавах Бистрий і Старостамбульський.....	630
9.8 Результати розрахунків збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт.....	632
9.9 Транскордонні аспекти впливу влаштування відвалів ґрунту, проведення днопоглиблювальних робіт і створення берегозахисних споруд на іхтіо- і орнітофауну внаслідок втрати місць їх мешкання на підставі результатів натурних досліджень.....	637
9.10 Аналіз структури можливих транскордонних кумулятивних впливів судноплавства, втрат місць мешкання та/або турбування на життя риб і птахів та оцінка ефективності пом'якшувальних заходів.....	650
10 Труднощі, виявлені у процесі підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля.....	652
11 Зауваження і пропозиції, надані в процесі громадського обговорення та консультацій з зачепленою Стороною до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з ОВД.....	653

11.1 Таблиця врахування зауважень та пропозицій громадськості до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації .....	653
11.2 Таблиця врахування зауважень та пропозицій зачепленої Сторони до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, включаючи проведення досліджень за процедурою післяпроектного аналізу.....	657
12 Стислий зміст програм моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля під час провадження планованої діяльності та планів післяпроектного моніторингу .....	663
13 Резюме нетехнічного характеру.....	682
14 Список посилань.....	695
Додаток А Повідомлення про плановану діяльність та його розміщення у засобах масової інформації.....	719
Додаток Б Технічне завдання.....	735
Додаток В Результати досліджень гідрохімічних показників стану української частини р. Дунай.....	738
Додаток Г Результати досліджень валового вмісту важких металів у воді та донних відкладеннях української частини р. Дунай та її рукавів.....	816
Додаток Д Видовий склад, відносна чисельність та охоронний статус ссавців фауни ДБЗ	838
Додаток Е Види мігруючих птахів, виявлені в північно-східній частині дельти Дунаю....	842
Додаток Ж Перелік прісноводних видів риб, які зустрічаються на території дельти (в українській та румунській частинах), охоронний статус та відповідні екологічні асоціації.....	851
Додаток И Перелік та класифікація ділянок морської зони БЗДД, які мають загальноєвропейське значення як місця існування різних видів флори та фауни.....	857
Додаток К Перелік та опис об'єктів мережі Natura 2000 в румунській частині дельти Дунаю.....	862
Додаток Л Програми моніторингу.....	885
Додаток М Моніторингові анотовані заключні звіти за 2020 – 2022 роки.....	970
Додаток Н Розрахунок розсіювання викидів з берегових гідровідвалів.....	1117
Додаток П Розрахунки розмірів компенсації збитків рибним запасам та водному середовищу.....	1130
Додаток Р Пропозиції щодо попередження негативного впливу інших видів господарської діяльності на довкілля дельти Дунаю у тому числі у транскордонному контексті за результатами гідрохімічних досліджень.....	1155
Додаток С Пропозиції щодо попередження негативного впливу на довкілля дельти Дунаю у тому числі у транскордонному контексті за результатами іхтіологічних досліджень.....	1159

## ВСТУП

Підставами для проектування планованої діяльності стали:

– рішення Міжвідомчої координаційної ради (МКР) з питань реалізації в Україні Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті (Конвенції Еспо), яким на виконання рішень 6-ї зустрічі Сторін Конвенції Еспо скасовано остаточне рішення щодо реалізації Україною проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток» (Протокол засідання МКР від 21.05.2018 р.);

– Протокол наради під головуванням заступника Міністра інфраструктури України Лавренюка Ю.Ф. щодо обговорення економічної доцільності та подальшої реалізації проекту «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» від 23.10.2018 р.;

рішення VIII сесії наради сторін Конвенції Еспо 8–11 грудня 2020 року. у якому міститься заклик до уряду України забезпечити, щоб запланована діяльність — новий проект із суднового ходу через гирло «Бистрий» — охоплювала етапи I та II проекту каналу «Бистрий» та прохання здійснити всі наступні етапи транскордонної процедури оцінки впливу на навколишнє середовище щодо нового проекту суднового ходу через гирло «Бистрий» відповідно до своїх зобов'язань за Конвенцією Еспо.

ДП «Адміністрація морських портів України» в особі філії «Дельта- лоцман» ДП «АМПУ» 16.06.2020 було розпочато процедуру оцінки впливу на довкілля шляхом опублікування повідомлення про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля, щодо планованої діяльності «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» та його розміщення у «Єдиному реєстрі з оцінки впливу на довкілля» <http://eia.menr.gov.ua/uk/case/id-5896> (номер справи у реєстрі 2020645896) та оприлюднення у регіональних та місцевих засобах масової інформації (додаток А).

Для проведення досліджень з оцінки впливів на довкілля планованої діяльності та розробки звіту з ОВД генпроектувальником Державним підприємством «Державний проектно-вишукувальний та науководослідний інститут морського транспорту «ЧОРНОМОРНДПРОЕКТ» ДП «ЧОРНОМОРНДПРОЕКТ» була залучена НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ» (УКРНДІП) (додаток Б).

При оцінюванні впливу на довкілля планованої діяльності «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на

українській ділянці дельти» було враховано, що за умовами місця її провадження (близькість до території Дунайського біосферного заповідника, що є частиною білатерального Українсько-Румунського заповідника у дельті Дунаю, та днопоглиблення у Кілійському рукаві, фарватером якого проходить кордон між Україною і Румунією) усі впливи на довкілля мають розглядатися у транскордонному аспекті у відповідності до вимоги Конвенції Еспо.

Враховані також зауваження румунської сторони та громадськості, щодо відображення у Звіті з оцінки впливу на довкілля результатів проведеного раніше розгляду варіантів траси ГСХ та висновків Комісії по запиту, яка працювала у 2006 році.

Ці матеріали, а також результати поглиблених досліджень, які на підставі висновків Комісії по запиту та зауважень румунської Сторони проводилися та проводяться в рамках додаткових досліджень, вміщено у Звіті з ОВД у розділах 2 і 9, а також у Резюме нетехнічного характеру (розділ. 13).

Зведена оцінка впливу планованої діяльності подана у підрозділі 5.8.

Зведена оцінка транскордонних впливів у контексті висновків Комісії по запиту міститься у розділі 13.

Виходячи з того, що впливи на довкілля планованої діяльності за проектом «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» охоплюють прогнозовані впливи від реалізації проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» за етапом 1 та на повний розвиток (етапи I та II проекту каналу «Бистрий» за термінологією Наради Сторін Конвенції Еспо), у звіті з ОВД враховані результати оцінок, зроблених у розділах з оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) у складі зазначеного попереднього проекту.

Насамперед, це стосується матеріалів двотомного звіту «Оцінка імовірних транскордонних впливів на довкілля глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти. Редакція 2. Додаток до ОВНС у складі робочого проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток», розробленого УКРНДІЕП зі співвиконавцями у 2009 році.

# 1 ОПИС ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА «СТВОРЕННЯ ГЛИБОКОВОДНОГО СУДНОВОГО ХОДУ Р. ДУНАЙ – ЧОРНЕ МОРЕ НА УКРАЇНСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ ДЕЛЬТИ»

## 1.1 Опис місця провадження планованої діяльності

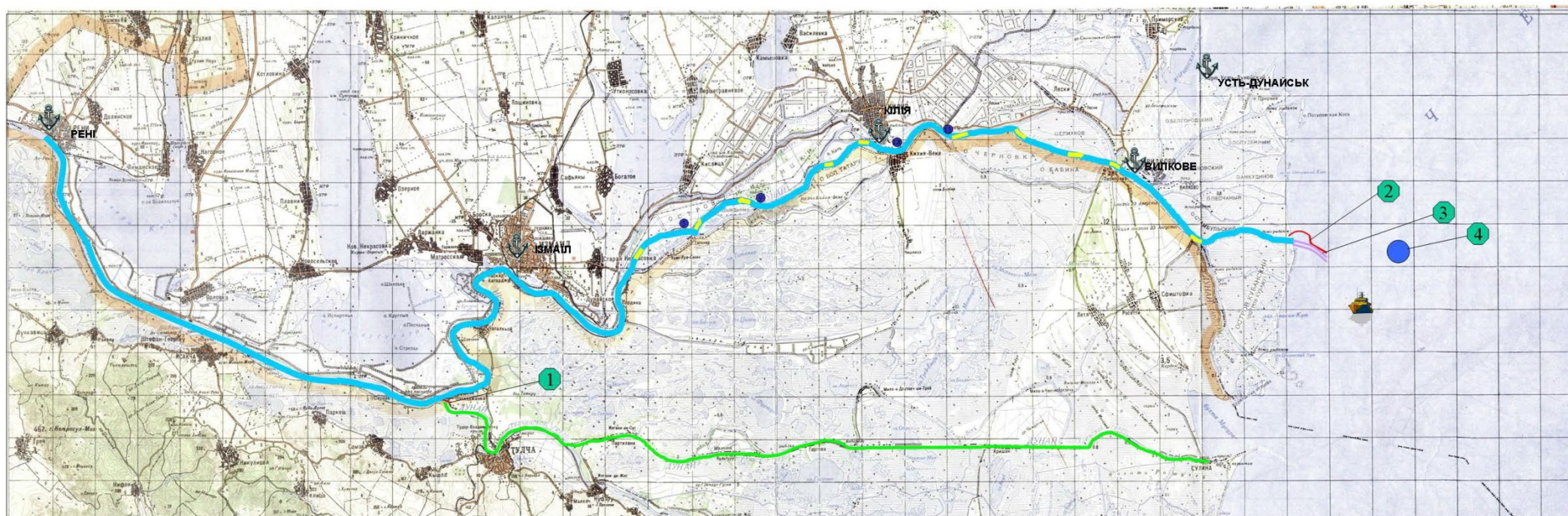
Планована діяльність зосереджена на українській ділянці дельти Дунаю, утвореної при впадінні ріки у Чорне море. Траса ГСХ проходить Кілійським рукавом від його початку (мис Ізмаїльський Чатал), Старостамбульським рукавом до розгалуження з рукавом Бистрий і далі рукавом Бистрий (синоніми – гирло Бистре, Новостамбульське гирло) та прилеглою до нього ділянкою узмор'я (рисунок 1.1). Поверхня заплави сильно заболочена і важко прохідна, порізана густою мережею чисельних проток і озер. Уздовж русла рукавів тягнуться плавні, що поступово зливаються із плавнями островів дельти, та являють собою потужні зарості водної рослинності, переважно очерету. Для дельти Дунаю характерні такі гідрографічні об'єкти, що лімітують судноплавство: не дуже широкі рукави (гирла), викривлені і зазвичай мілководні витоки рукавів, переكاتи, мілководні гирлові бари.

Ширина рукавів в дельті Дунаю в основному залежить від руслоформуєчих витрат води рукава і змінюється в придатних для судноплавства рукавах від 100 до 400 м<sup>3</sup>. Вузкість рукавів часто змушує здійснювати лише односторонній рух суден. Проблема гарантованої ширини русла і суднового ходу – основне завдання при виборі судноплавного рукава. Несприятливі умови входу в рукав зазвичай посилюються в міру втрати рукавом активності і відмирання. Водотранспортні проблеми у цих випадках вирішуються або шляхом вибору для судноплавства іншого рукава, або шляхом днопоглиблювальних і виправних робіт біля витоків розглянутого рукава.

Переكاتи - звичайна форма руслового рельєфу на рівнинних річках. Переكاتи в дельті Дунаю зазвичай приурочені до місць значного розширення русла (наприклад, на 62 - 64, 56 - 58, 47 - 48 милях Дунаю, 52 -54, 60 - 63 км в Кілійському рукаві), до місць виходу важкорозмивних порід (наприклад, глини на 46-49 км в районі м Кілії і на 36-39 км, вище о. Майкан), до ділянок сильного викривлення русла нижче великого вузла розгалуження (наприклад, Вилківський переكات на 16-18 км, нижче джерела Очаківського рукава).

Глибина на найбільш мілководних перекатах в гирлі Дунаю в межень може впасти до 3÷5 м. Проблема поліпшення судноплавних умов на перекатах повинна вирішуватися шляхом виставлення відповідної навігаційної обстановки або спорудження прорізів. Мілководні гирлові бари являють собою найбільш серйозну проблему для транзитного судноплавства з Дунаю в Чорне море і назад. Проблема судноплавства через гирлові бари повинна вирішуватися шляхом поєднання днопоглиблювальних і русловиправних робіт (рисунок. 1.2).





- |                                    |                             |   |                            |
|------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| - Судновий хід по природному руслу | - Перекати річкової частини | - Місце відвалу ґрунту річкової частини                     | - Морський підхідний канал |
| - Сулинський канал (Румунія)       | - Дамби                     | - Кам'яна дамба довжиною 430м. 116км, м. Ізмаїльський Чатал | - Морський відвал          |
| - Порти (портопункти)              | - Морський відвал           | - Огороджувача дамба морського підхідного каналу            |                            |

Рисунок 1.1 Ситуаційна карта-схема місця провадження планованої діяльності



**Рисунок 1.2 Барова ділянка рукава Бистрий (існуючий стан)**



## 1.2 Цілі планованої діяльності

Цілями планованої діяльності є:

- відновити національне та міжнародне судноплавство на українській ділянці ГСХ р. Дунай - Чорне море (по трасі 7-го міжнародного транспортного коридору)
- створити сприятливі умови для роботи національних судноплавних компаній, портів, суднобудівельних та судноремонтних заводів;
- стимулювати економічне відновлення морегосподарського комплексу українського Придунав'я;
- забезпечити диверсифікацію експортних потоків продукції українського агропромислового комплексу в умовах воєнної конфронтації з Росією.

## 1.3 Опис характеристик діяльності протягом виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності

Станом на серпень 2020 споруди ГСХ складаються з морської та річкової частин. Морська частина включає морський підхідний канал, огорожувальну дамбу та морський відвал ґрунтів днопоглиблення.

Річкова частина складається з ділянок:

- море – м. Вилкове (1,0-20,5 км), проходить рукавами Бистрий та Старостамбульський;
- м. Вилкове – мис Ізмаїльський Чатал (20,5-116 км), проходить Кілійським рукавом;
- мис Ізмаїльський Чатал – м. Рені (держкордон України) (116,0-170,36 км), проходить руслом р. Дунай.

Річкова частина не виходить за межі природних русл, не має облицьованих ділянок та гідротехнічних споруд.

Існуючі в даний час глибини на морському підхідному каналі дозволяють прохід суден з осадкою не більше 4,0 м. Напрямок траси каналу 128-308°, рух суден односторонній.

На ділянці суднового ходу від моря до витоку рукава Бистрого на I етапі також односторонній рух суден. На ділянці від витоку рукава Бистрого до м.Вилкове природні розміри Старостамбульського рукава забезпечують пропуск суден з осадкою понад 4,0 м, а ширина суднового ходу значно перевищує розрахункову (120 м), необхідну для двостороннього проходження суден.

На ділянці суднового ходу від Вилкове до Ізмаїльського Чатала двосторонній рух суден. На ділянці від Ізмаїльського Чатала до гирла р. Прут на першому етапі днопоглиблювальні роботи не проводилися, так як на всьому протязі цієї ділянки забезпечуються проектні габарити суднового ходу.

Реконструкція об'єктів будівництва передбачена в одну чергу з виділенням пускових комплексів (ПК).

Технічні характеристики будівництва першого ПК прийняті у відповідності з фактично досягнутими параметрами ГСХ. На підставі цього визначені параметри розрахункового судна. У складі першого ПК передбачено будівництво огорожувальної дамби з північної сторони морського підхідного каналу довжиною 1670 м, облаштування берегових відвалів та будівництво струмененапрямної дамби з берегоукріпленнями на 11 км суднового ходу.

У складі другого ПК передбачена реконструкція траси ГСХ зі збільшенням глибини до 7,68 м для проходу розрахункових суден з параметрами: довжина 125,0 м, ширина 17,0 м та осадка 5,0 м та будівництва огорожувальної дамби з південної сторони морського підхідного каналу довжиною 2970 м.

У складі третього ПК передбачено реконструкцію траси ГСХ зі збільшенням глибини до 10,0 м для забезпечення проходу суден з осадкою до 7,2 м., та подовження на 1570 м огорожувальних дамб, побудованих у складі першого та другого ПК, з виходом у море на глибини >10,0 м (рисунок 1.3).



**Рисунок 1.3 Ділянка ГСХ від морського підхідного каналу до м. Вилкове після реконструкції**

Планове положення дамб, яке прийняте на підставі виконаного математичного моделювання гідрологічних умов ділянки реконструкції морської частини ГСХ, дозволить отримати на ділянці морського підхідного каналу (МПК) розрахункові швидкості та витрати потоку, що максимально знижують заносимість підхідного каналу та експлуатаційне днопоглиблення.

### 1.3.1 Днопоглиблення та складування ґрунтів днопоглиблення

Днопоглиблювальні роботи при реконструкції ГСХ виконуватимуться на окремих акваторіях з недостатніми глибинами для проходження розрахункових суден.

Створення акваторії (днопоглиблювальні роботи по черпанню) на ГСХ у складі 1 ПК не передбачаються. Аналіз існуючих глибин і фактичні досягнуті параметри на морській і річній частинах ГСХ відповідають безпечному судноплавству судовим ходом ріка Дунай – Чорне море для визначеного розрахункового судна: довжина до 135 м, ширина - 16,5 м, осідання - 4,0 м.

Створення акваторії Морського підхідного каналу (черпання на морській частині ГСХ) передбачені у складі 2 ПК та 3 ПК, для забезпечення плавання розрахункових суден з відповідними лінійними параметрами:

Довжина - 125 м, ширина - 17,0 м, осідання - 5,0 м (2 ПК);

довжина - 125 м, ширина - 18,1 м, осідання - 7,2 м (3 ПК).

На 2ПК передбачається створення Морського підхідного каналу довжиною 3,059 км, який складається з двох колін.

Перше коліно довжиною 1,575 км запроектовано шириною по дну 85 м має напрямок - 306°-126°. Друге коліно довжиною 1,484 км запроектовано шириною по дну 85 м має напрямок - 281°-101°. Кут сполучення колін 27°. Радіус закруглення – 2000 м. Ширина каналу на повороті 125 м. Проектна глибина на морському каналі ГСХ – 7,2 м (7,68м в БС), на повороті - 7,62 м (8,10 м в БС).

Площа акваторії в межах проектного черпання морської частини ГСХ у складі 2 ПК - близько 32,24 га.

На 3ПК передбачається подовження Першого коліна Морського підхідного каналу до загальної довжини 3,2 км. Проектна глибина – 9,52 м (10,0м в БС), на повороті – 10,02 м (10,5 м в БС).

Площа акваторії в межах проектного черпання морської частини ГСХ у складі 3 ПК - близько 36,26 га.

Створення акваторії в межах проектного черпання річкової частини ГСХ:

у складі 2 ПК - на першій та другій ділянках, на площі акваторії, в межах проектного черпання близько 93,4 га, у тому числі: на першій ділянці - близько 1,31 га, на другій ділянці – 92,06 га;

у складі 3 ПК - на всіх ділянках, на площі акваторії в межах проектного черпання близько 464,1га, у тому числі: на першій ділянці - 46,57 га, на другій ділянці – близько 373,17 га, на третій ділянці - 44,28га.

Загальний обсяг площі акваторії в межах проектного черпання ГСХ складає:

По 2 ПК – 124,30 га;

По 3ПК – 500,285 га

Реалізації проектних рішень з «Реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» потребує виконання значних обсягів днопоглиблювальних робіт які будуть впроваджені під час виконання робіт II та III пускових комплексів.

Загальний обсяг вилученого ґрунту II пускового комплексу складає 2517495 м<sup>3</sup>, III пускового комплексу - 10168955 м<sup>3</sup>. Передбачено складування основного обсягу ґрунтів днопоглиблення на існуючий морський гідровідвал та на проєктований гідровідвал між існуючою огорожувальною дамбою та проєктованою північною руслозміцнювальною. Ґрунти днопоглиблення перекатів річкової частини ГСХ передбачається складувати на чотири проєктовані берегові гідровідвали.

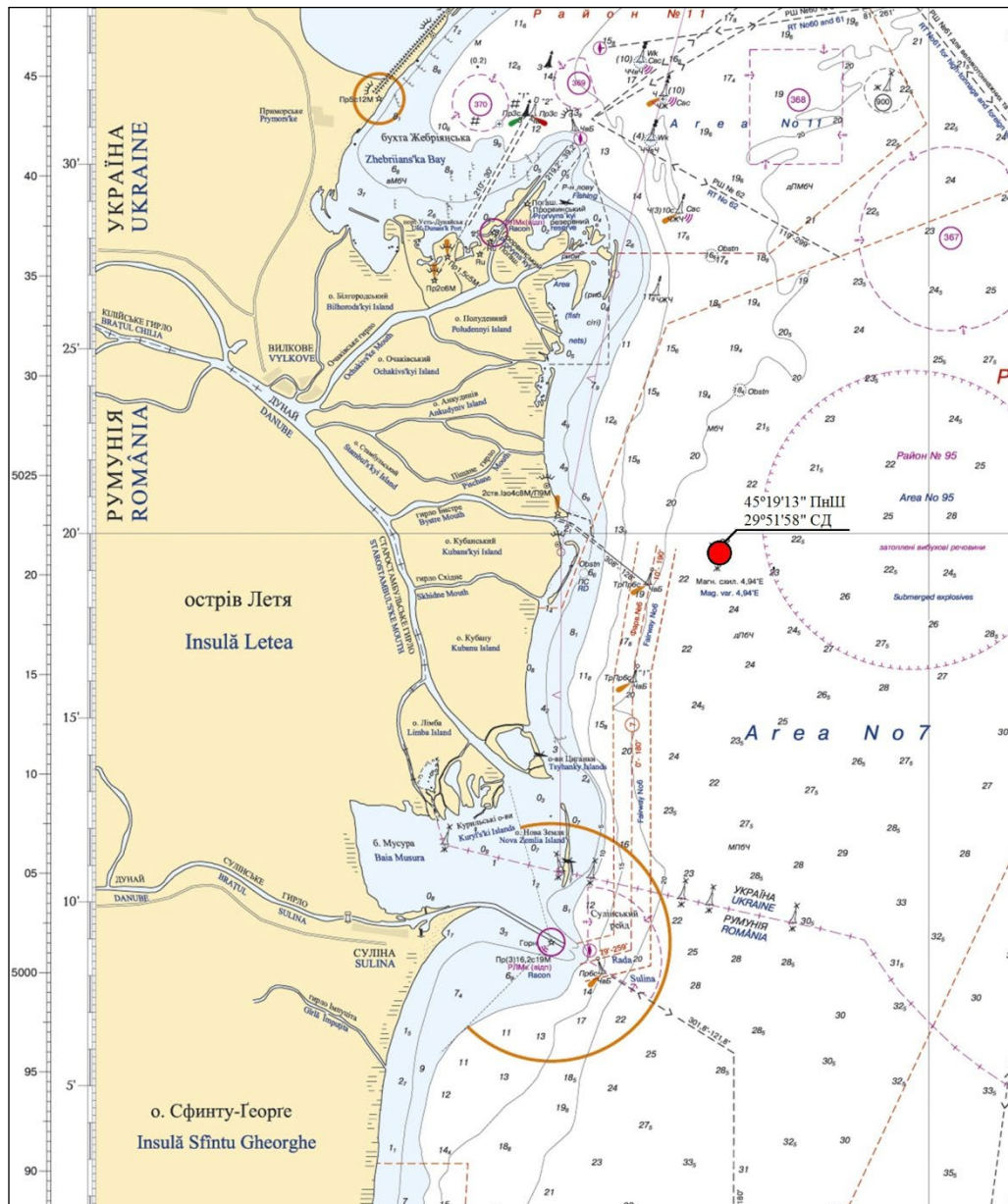
Всього на морський гідровідвал планується складувати 7471035 м<sup>3</sup> вилученого ґрунту.

Морський гідровідвал ґрунтів днопоглиблення морської барової частини ГСХ представляє коло з координатами центру 45°19'13" ПнШ; 29°51'58" СД з такими параметрами: радіус - 5 кбт. (926 м); площа - 2692475 м<sup>2</sup> (рисунок 1.3).

При проектуванні морського відвалу був виконаний багатофакторний аналіз з використанням геоінформаційної системи (ГІС) "Дампінг".

За результатами оцінки акваторії шельфу, прилеглого до гирла гирла Бистре, підсумовування сприятливих чинників і обробки одержаних даних при допомозі ГІС «Дампінг» була одержана інтегральна схема районування даної акваторії за ступенем придатності для відвалів ґрунтів днопоглиблення.

На підставі аналізу схеми виділена найбільш сприятлива для дампінгу ґрунтів днопоглиблення зона акваторії з середньозваженою бальною оцінкою по градації ГІС «Дампінг» від 160 до 180 балів, яка має оптимальні техніко-економічні і екологічні характеристики.



**Рисунок 1.3** Місце розташування морського гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення морської барової частини ГСХ Дунай – Чорне море»

Площа існуючого відвалу практично цілком належить до цієї зони, чим забезпечується виконання наступних вимог:

- відвал розташований у районі, який не є цінним в рибпромисловому відношенні;
- понижені технологічні втрати ґрунтів при скороченні дальності транспортування;
- не допускається техногенна заносимість об'єктів днопоглиблення і не змінюється динаміка переміщення наносів;
- мінімізована негативна дія на процеси формування біоресурсів районів, прилеглих до місця відвалу ґрунту.

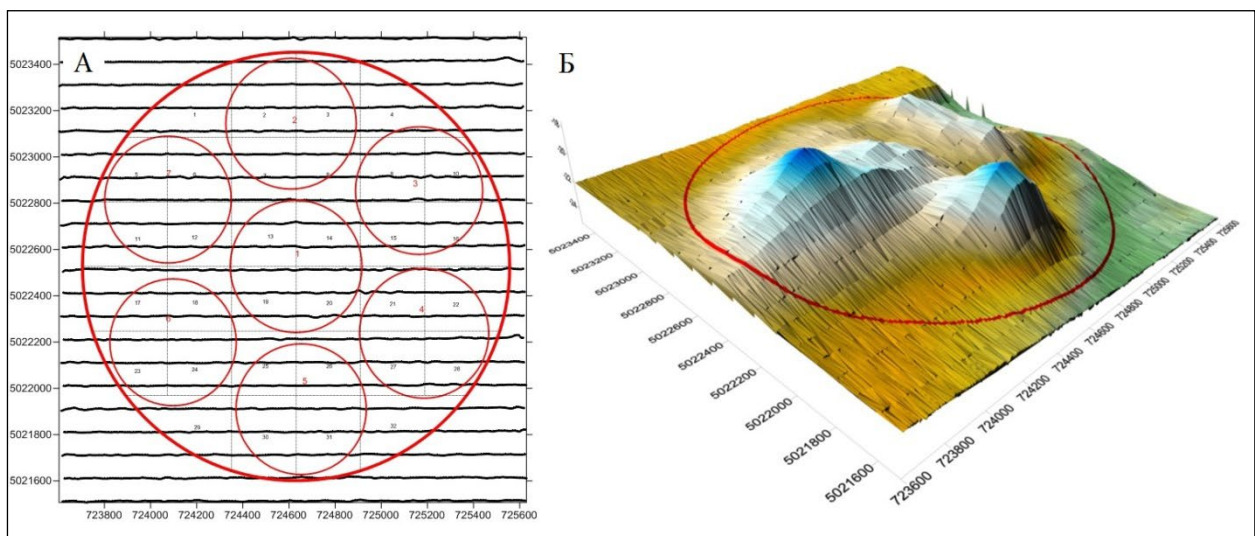
В процесі будівництва і експлуатації морської барової частини ГСХ на морському гідровідвалі складувалися донні відкладення, видалені під час днопоглиблення на морському підхідному каналі ГСХ Дунай – Чорне море.

Згідно з робочим проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській частині дельти» для забезпечення рівномірного заповнення гідро відвалу було передбачене розбиття морського гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення на сім завантажувальних блоків, координати центрів представлені в таблиці 1.1. Параметри завантажувальних блоків однакові і складають: радіус - 277,5 м; площа - 241800 м<sup>2</sup>.

**Таблиця 1.1 – Координати центрів завантажувальних блоків**

№	ПнШ	СД
I	45°19'13"	29°51'58"
II	45°19'33"	29°51'58"
III	45°19'23"	29°52'23"
IV	45°19'03"	29°52'23"
V	45°18'53"	29°51'58"
VI	45°19'03"	29°51'33"
VII	45°19'23"	29°51'33"

Характеристику рельєфу дна гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення і розрахунки залишкової ґрунтомісткості виконано за результатами промірних робіт (рисунок 1.4). План проміру гідровідвалу виконаний 10 квітня 2020 р. Глибини приведені до "0" Балтійської системи висот. Відстань між промірними профілями 100 м, між глибинами 5 м. Промір виконаний цифровим однопроменевим ехолотом "HydroBox" з визначенням координат GNSS приймачем NovAtel OEM615.



**Рисунок 1.4 План проміру (А) та тривімірна модель рельєфу (Б) гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення ГСХ від 10.04.2020 р.**



Досвід експлуатації морського гідровідвалу дозволяє зробити наступні висновки:

- моніторингові дослідження за станом навколишнього природного середовища свідчать що негативний вплив від експлуатації відвалу, протягом 2004-2019 років, має локальний характер і не має транскордонного впливу;
- результати виконаного математичного моделювання гідрологічних умов дозволяють зробити висновок про те, що подовження експлуатації підводного відвалу ґрунтів днопоглиблення не зробить помітного впливу на морфологію дна прилеглих ділянок акваторії, а також рекомендувати подальшу атацію відвалу при умові не перевищення критичної проектної відмітки поверхні складованих ґрунтів у -19,0 м;
- дані прогнозного моделювання стану водного середовища показують, що чисельні значення зон замулення акваторії при перспективному складуванні не є значними по площі дії, максимальні розміри хмари замулення при дампінгу вписуються у відведені межі морського підводного відвалу, розміри зон замулення не зачіпають природоохоронні і рекреаційні зони;
- роботи із застосуванням ГІС «Дампінг» підтверджують правильність ухвалених на стадії проектування технічних рішень в частині вибору місця розташування відвалу і дозволяють рекомендувати подальшу його експлуатацію при дотриманні певних природозберігаючих заходів:
  - підвищення ефективності і рівномірності заповнення;
  - збільшення точності укладання ґрунтів на відвалі;
  - не перевищення екологічно безпечної відмітки верху укладення ґрунтів
- попередня оцінка впливу на повний перспективний розвиток об'єму складування ґрунтів свідчить, що місце відвалу вибрано з принципів забезпечення екологічної безпеки, економічної ефективності і безпеки мореплавання;
- ґрунти, передбачувані до складування на підводному відвалі, по своєму складу і властивостям відносяться до А - II класу по ступені забрудненості і можуть складуватися в морські відвали з виплатою відповідних компенсаційних платежів;
- проведені дослідження, розрахунки і експериментальні роботи показали, що складування ґрунтів на підводний відвал не зробить помітного впливу на гідрологічний і гідрохімічний режим прилеглих ділянок акваторії;
- для контролю екологічної безпеки складування ґрунту на відвал необхідне виконання робіт супроводжувати комплексним науковим моніторингом;
- аналіз обсягів та масштабів впливу свідчить, що певний вплив складування очікується на водне середовище, водні біоресурси та атмосферне повітря, на інші складові стану

природного, соціального та техногенного середовища негативного впливу не очікується.

З урахуванням робіт з реконструкції при днопоглибленні ГСХ Дунай-Чорне море (II та III пускові комплекси) та подальшому експлуатаційному днопоглибленні на морській гідровідвалі потрібно укласти понад 8,5 млн. м<sup>3</sup> ґрунту. Існуючі проектні рішення по морському підводному відвалу не дозволяють утилізувати необхідні обсяги ґрунтів днопоглиблення. Це обумовлює необхідність реконструкції морського гідровідвалу для збільшення його ґрунтомісткості до об'ємів забезпечуючи необхідну потужність для утилізації проектних обсягів вилучених ґрунтів. Враховуючи досвід експлуатації низки морських відвалів ґрунтів в регіоні та результати моніторингових спостережень під час експлуатації морського підводного гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення ГСХ дозволяє розглянути можливість зменшення критичної глибини заповнення при складуванні ґрунтів.

Розрахунки придонних хвильових орбітальних швидкостей і придонних вітро-хвильових швидкостей при критичній глибині завантаження 17 м показали зростання їх максимальних значень до 0,028 м/с і 0,19 м/с відповідно. Ці значення перевищують, або наближаються до допустимих нерозмиваючих швидкостей цих літологічних різновидів. При критичній глибині завантаження 17 м ймовірний розмив ґрунтів днопоглиблення, порушення їх стійкості та міграція за межі гідровідвалу.

При критичній глибині завантаження 18 м залишкова ґрунтомісткість гідро відвалу складе 9930478 м<sup>3</sup> (9505199.65 м<sup>3</sup>). Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу при збільшенні критичної глибини завантаження на 1 м з 19 м до 18 м зростає на 42%. Похибка обчислення залишкової ґрунтомісткості дорівнює 3-5%.

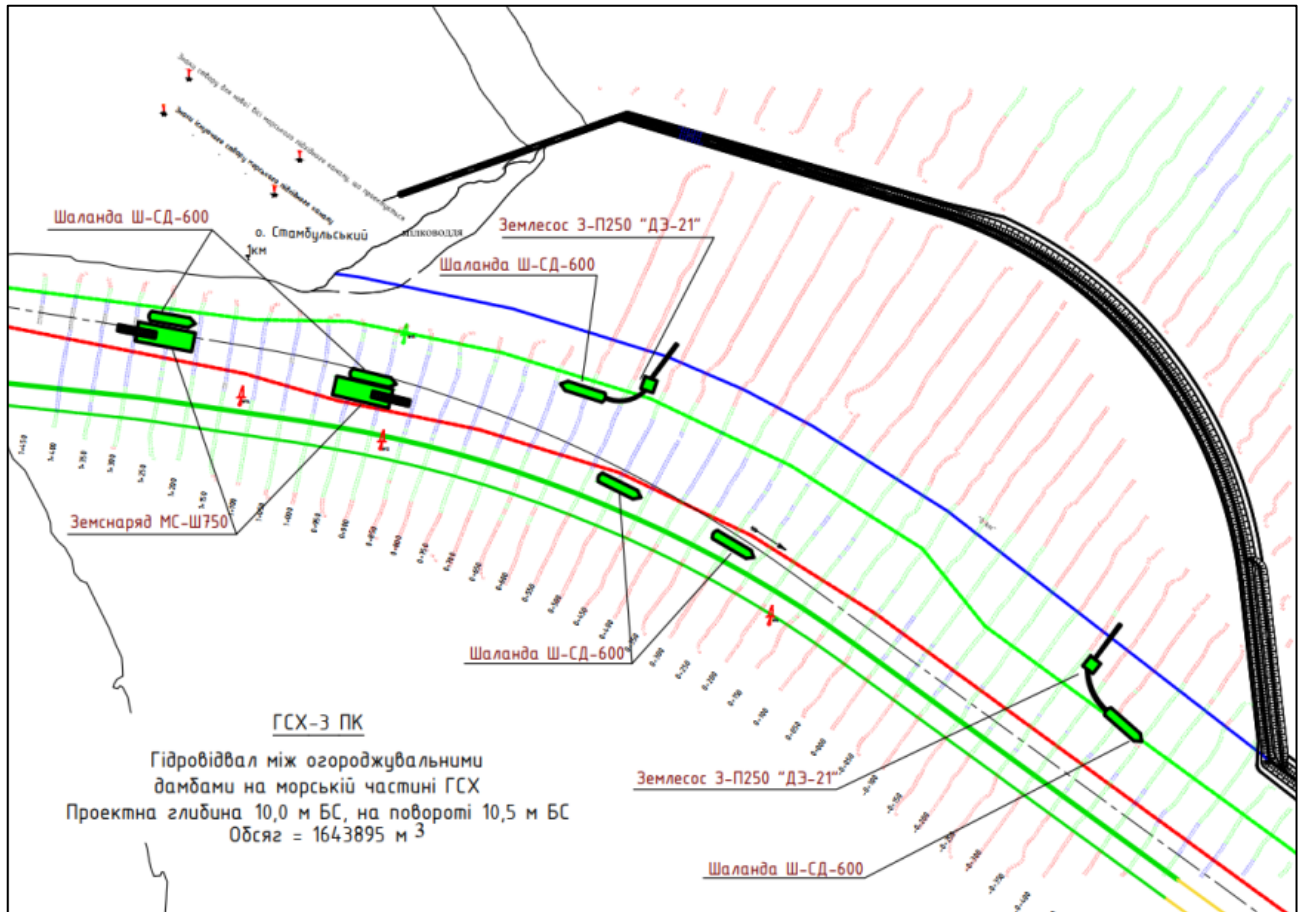
Проектна критична глибина завантаження гідровідвалу 18 м забезпечує стійкість ґрунтів днопоглиблення в межах ділянок складування.

Таким чином, можна зробити висновок про очікуваний незначний негативний вплив на всі об'єкти навколишнього природного середовища при подовженні терміну експлуатації гідровідвалу та складуванні ґрунтів до глибини 18 м за умов дотримання заходів, спрямованих на збереження нормативного стану природного середовища.

Частина обсягів ґрунтів від днопоглиблення в районі морського підхідного каналу передбачено розмістити на гідро відвалі, розташованому між Північними огорожувальними дамбами (існуючою та проектною). Для складування ґрунту використовується територія між наближеними до берегу ділянками дамб кам'яно-накидної конструкції (рисунок 1.5).

Місткість гідро відвалу складає – 1 643 985 м<sup>3</sup>. Подача ґрунту при виконанні днопоглиблювальних робіт запроектована гідравлічним транспортом та стаціонарними землесосами.





**Рисунок 1.5** Схема розташування та заповнення гідровідвалу між огорожувальними дамбами

Ґрунти від днопоглиблення, що заплановане в межах річкових акваторій, розміщуватимуться на 4-ох запроєктованих берегових гідровідвалах місткістю 3 416 млн. м<sup>3</sup> загальною площею 63,53 га (таблиця 1.2), на гідровідвал між існуючою дамбою та запроєктованою північною огорожувальною дамбою місткістю 1,64 млн. м<sup>3</sup> та на існуючому морському відвалі місткістю 7,8 млн. м<sup>3</sup>. Ґрунти по важкості розробки I-III групи планується розробляти самовідвізними трюмними рефулерними землесосами ЗС—ТР 1030, з ємністю трюму 1030 м<sup>3</sup>, а важкі ґрунти IV групи – багаточерпаковими самохідними земснарядами МС-Ш750, з продуктивністю 750 м<sup>3</sup>/год, з транспортуванням ґрунтів шаландами.

**Таблиця 1.2 – Основні характеристики запроєктованих берегових відвалів**

№№ гідровідвалів	Місцезнаходження км	Площа, га	Відмітка заповнення, МБС	Об'єм, м <sup>3</sup>
6	67,45 - 67,05	35,00	5,1	1 785 000
9	61,40 - 60,40	13,00	5,3	699 000
12б	45,60 - 45,20	10,00	6,0	600 000
12в	39,00 - 39,50	5,53	6,0	331 800

Загальна схема розташування берегових гідровідвалів наведена на рисунку 1.6.

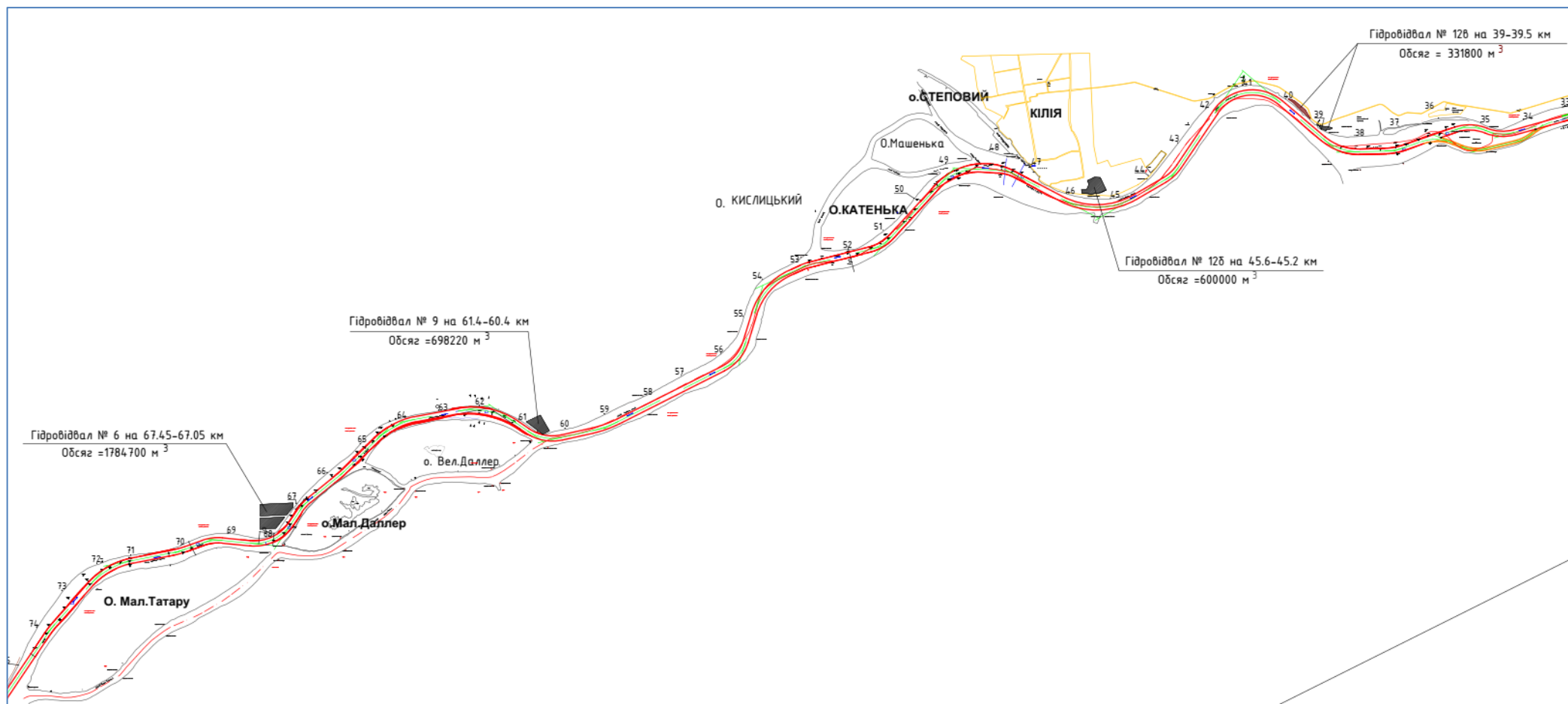


Рисунок 1.6 Загальна схема розташування берегових гідровідвалів уздовж Кілійського рукава

При проектуванні гідровідвалів передбачене обвалування території дамбами первинного обвалування, які забезпечують утворення початкової ємності гідровідвалів, фільтрацію води з намитого ґрунту і запобігають довільному розтіканню пульпи, та улаштування дренажної основи.

Уздовж дамб первинного обвалування, по зовнішній межі майданчика гідровідвалу, передбачено улаштування дренажних каналів, які забезпечують перехоплення дренажних вод і їхній відвід через водотоки, здійснюючи таким чином захист прилеглої території від підтоплення.

Обвалування передбачено виконувати землерійно-транспортними машинами: частково екскаваторами, а також бульдозерами на суходільних ділянках. Відсипання щебню та каменю масою до 200 кг виконується «піонерним способом» при доставці матеріалів автотранспортом та переміщенні його бульдозером з пошаровим укладанням і ущільненням. Проектування дамби первинного обвалування проводилося з урахуванням можливості використання місцевих матеріалів, застосування автомеханізації, а також з урахуванням дренажної здатності матеріалу.

В морфологічному відношенні ділянки, що відведені для створення гідровідвалів, відносяться до заплавної території. Заплави місцями покриті густими заростами очерету, рідким чагарником та дикими садами. Окремі ділянки, менш зарослі, використовуються як пасовища.

Ділянки, відведені під проектні гідровідвали, складені відкладаннями, представленими пісками піщаними із прошарками супісєй, а також супісєями, суглинками легкими і важкими, глинами легкими піщаними. На ділянках гідровідвалів №6, 9, 12б знайдено шар суглинку слабозаторфованого.

Подача ґрунту при виконанні днопоглиблювальних робіт у берегові відвали запроєктована гідравлічним транспортом, шаландозавантажувачем, стаціонарним та самовідвізним землесосами. Вибір методів подачі ґрунту для кожного гідровідвалу здійснювався в урахуванням наявності технічних засобів та їх норм виробництва, відстаней від місць розробки ґрунту (днопоглиблення) до берегових відвалів та заходів безпеки при виробництві перевантажувальних робіт. Намивання ґрунту на кожен ділянку ґрунтового відвалу необхідно виконувати пошарово. При намиванні ґрунту у гідровідвали повинен бути організований технічний контроль за їх якістю.

Після розробки проекту організації будівництва на його основі підпрядна організація розробляє проект виробництва робіт та технологічні карти на улаштування берегових відвалів, подачу та укладання ґрунту у відвали.

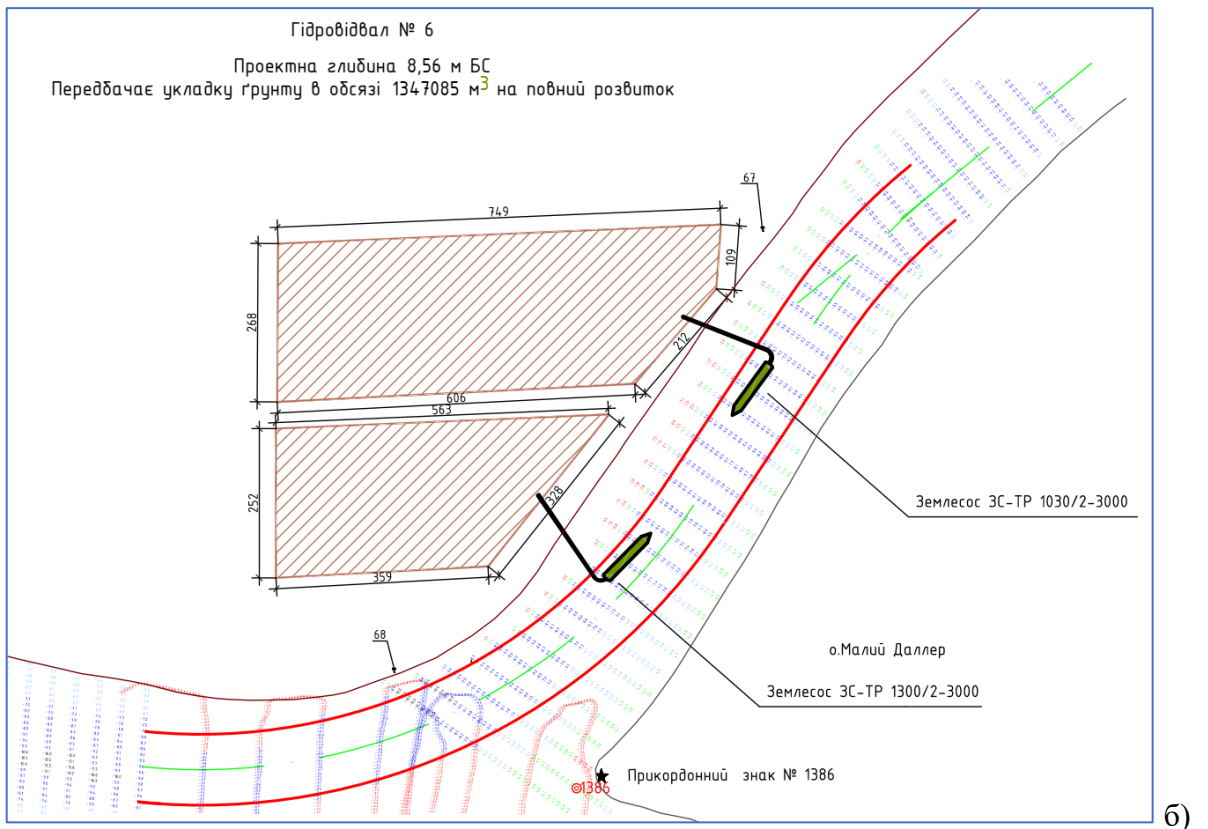
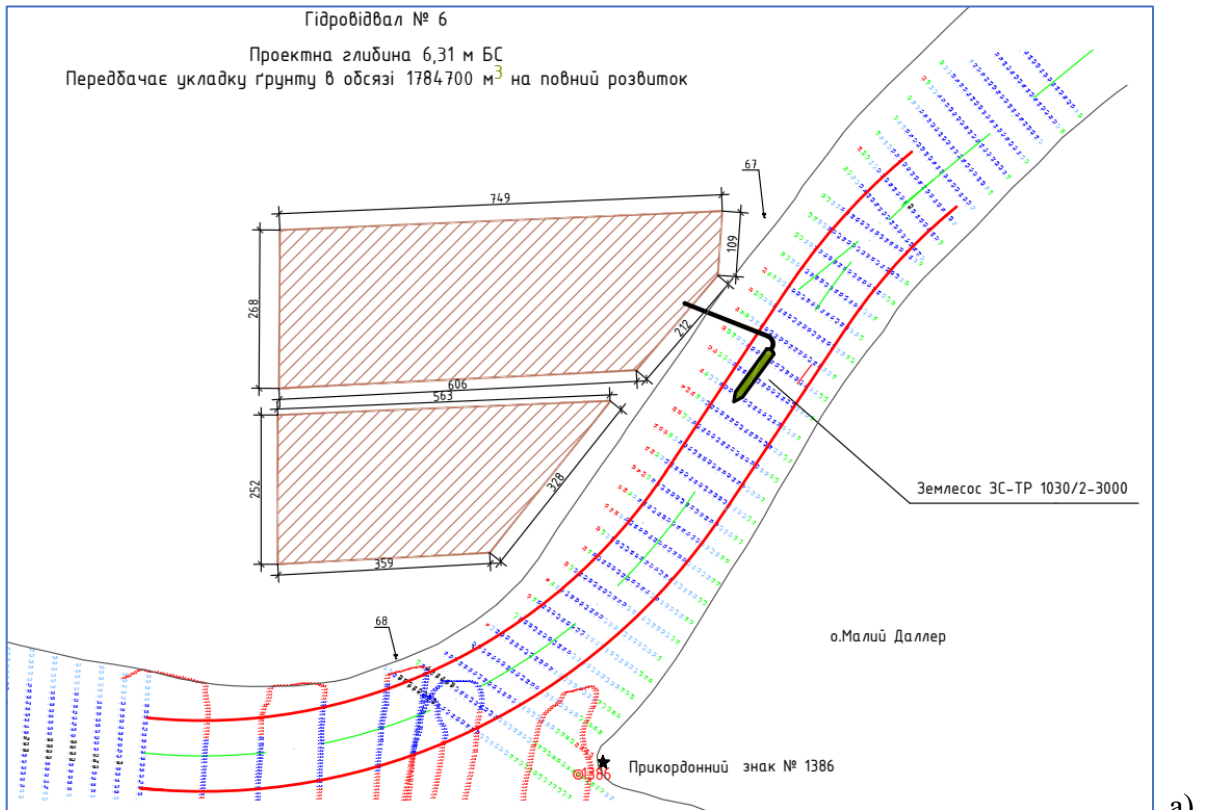
**Гідровідвал №6** розташований біля острова Малий Даллер та складається з двох ділянок. В плані територія розташована на відмітках від -0,25 м до +0,65 м. Улаштування дамб первинного обвалування передбачено для двох відособлених ділянок, розділених 10-метровою смугою. Периметр першої ділянки складає 1944 м, другої – 1502, площа 35 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 1 785 000 м<sup>3</sup>.

**Гідровідвал №9** розташований біля острова Великий Даллер та острова Кислицький. В плані територія розташована на відмітках від -0,75 м до +0,65 м. Улаштування дамб первинного обвалування передбачено однією ділянкою, периметр якої складає 1413 м, площа – 13 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 699 000 м<sup>3</sup>.

**Гідровідвал №12б** розташований біля м. Кілія. В плані територія розташована на відмітках від +0,75 до +2,26 м. Улаштування дамб первинного обвалування передбачено однією ділянкою, периметр якої складає 1617 м, площа – 10 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 600 000 м<sup>3</sup>.

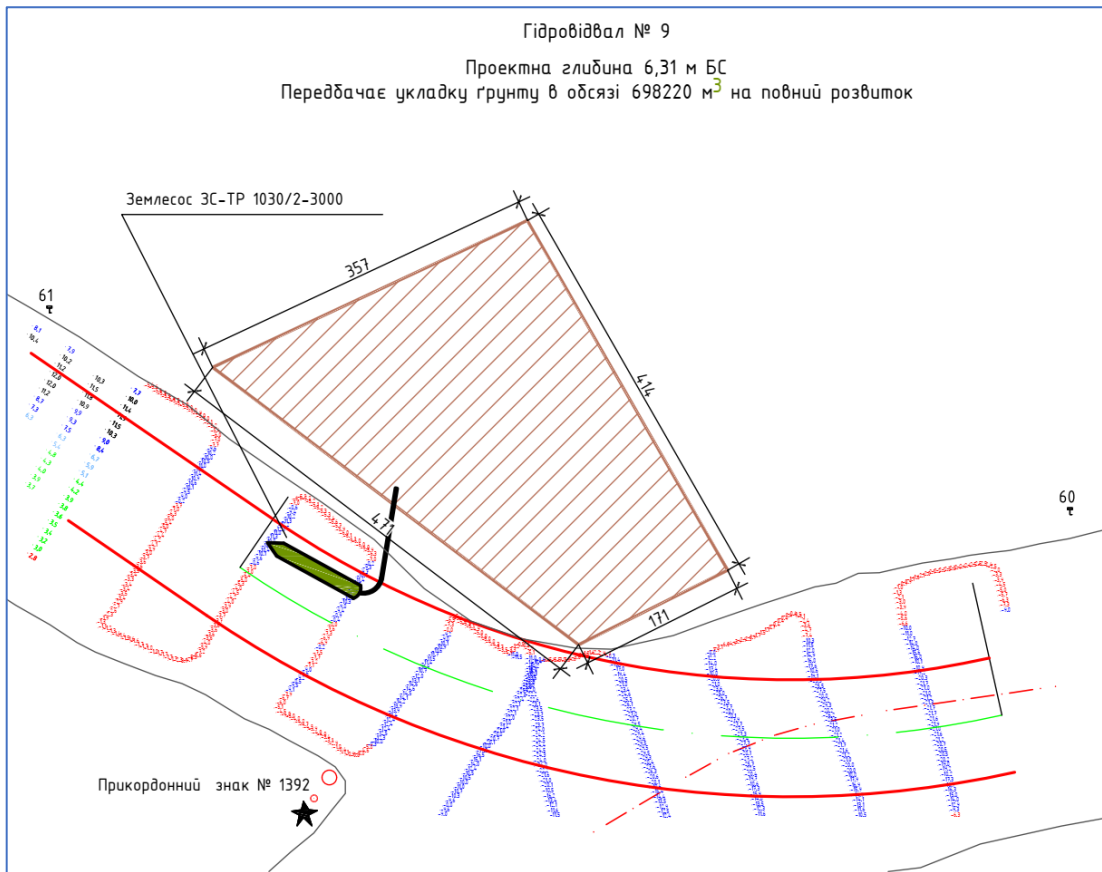
**Гідровідвал №12в** являє собою дві відособлені ділянки, розділені каналом Лаптиш. Територіально ділянки розташовані біля м. Кілія та Вилково. В плані територія розташована на відмітка від +0,3 до +1,6 м. Периметр першої ділянки складає 1388 м, другої – 644, площа 5,53 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 331 800 м<sup>3</sup>.

Схеми територій берегових гідровідвалів та складування ґрунту при виконанні днопоглиблення траси суднового ходу в складі ПК-2 і ПК-3 наведені на рисунках 1.7–1.10.

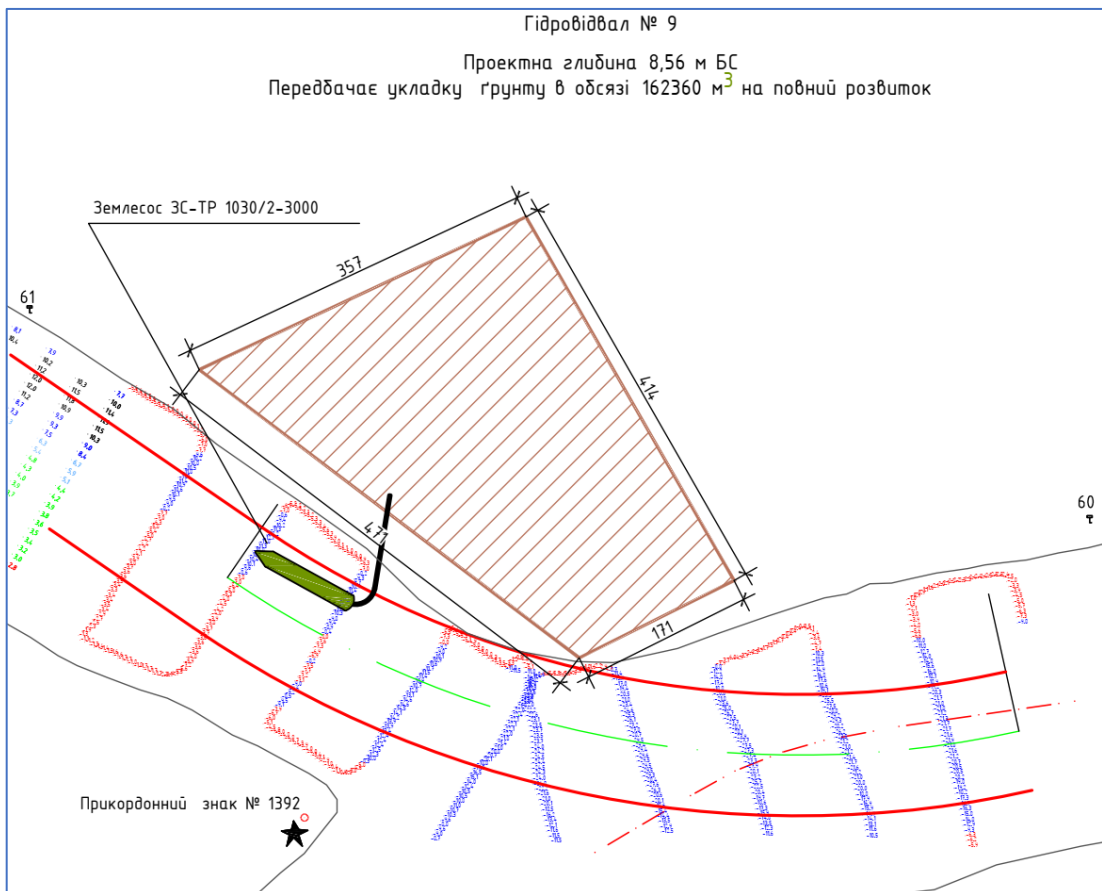


**Рисунок 1.7** Схема розташування та заповнення берегового гідровідвалу № 6

а) у складі ПК-2, б) у складі ПК-3

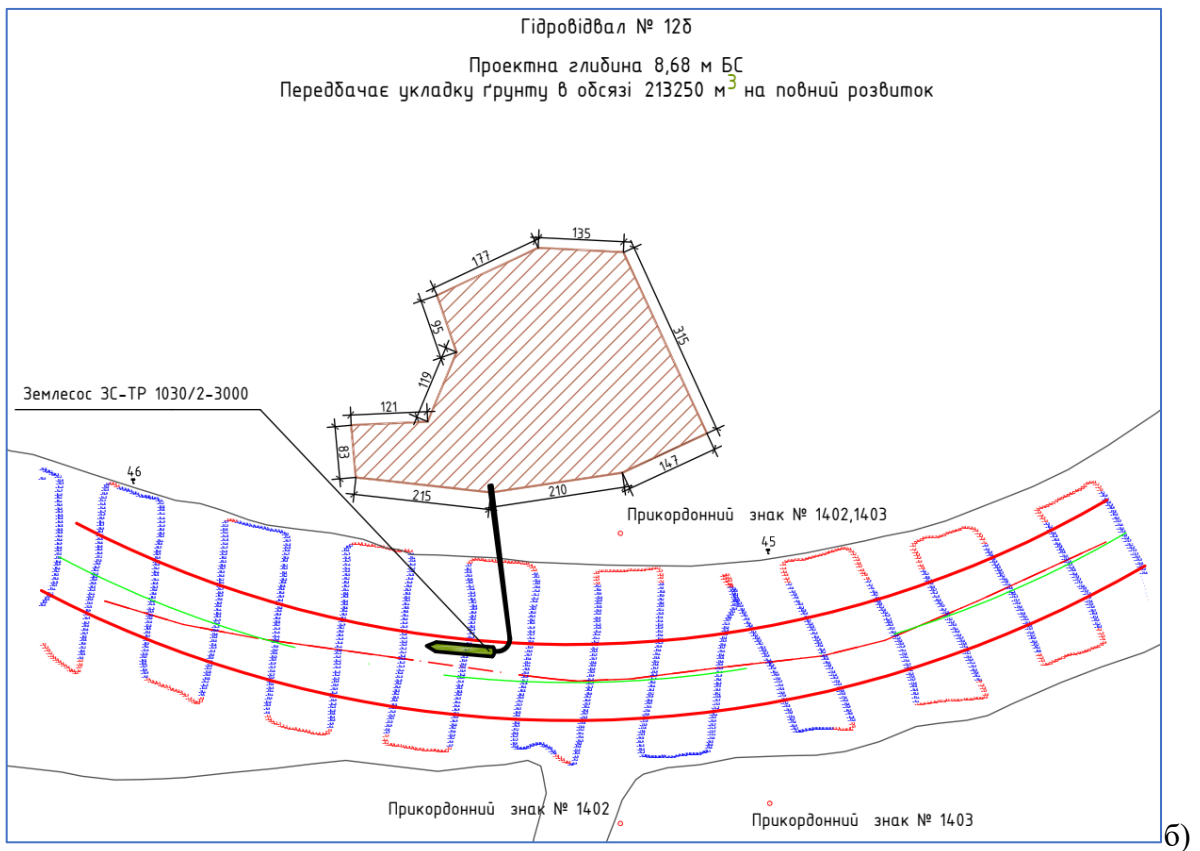
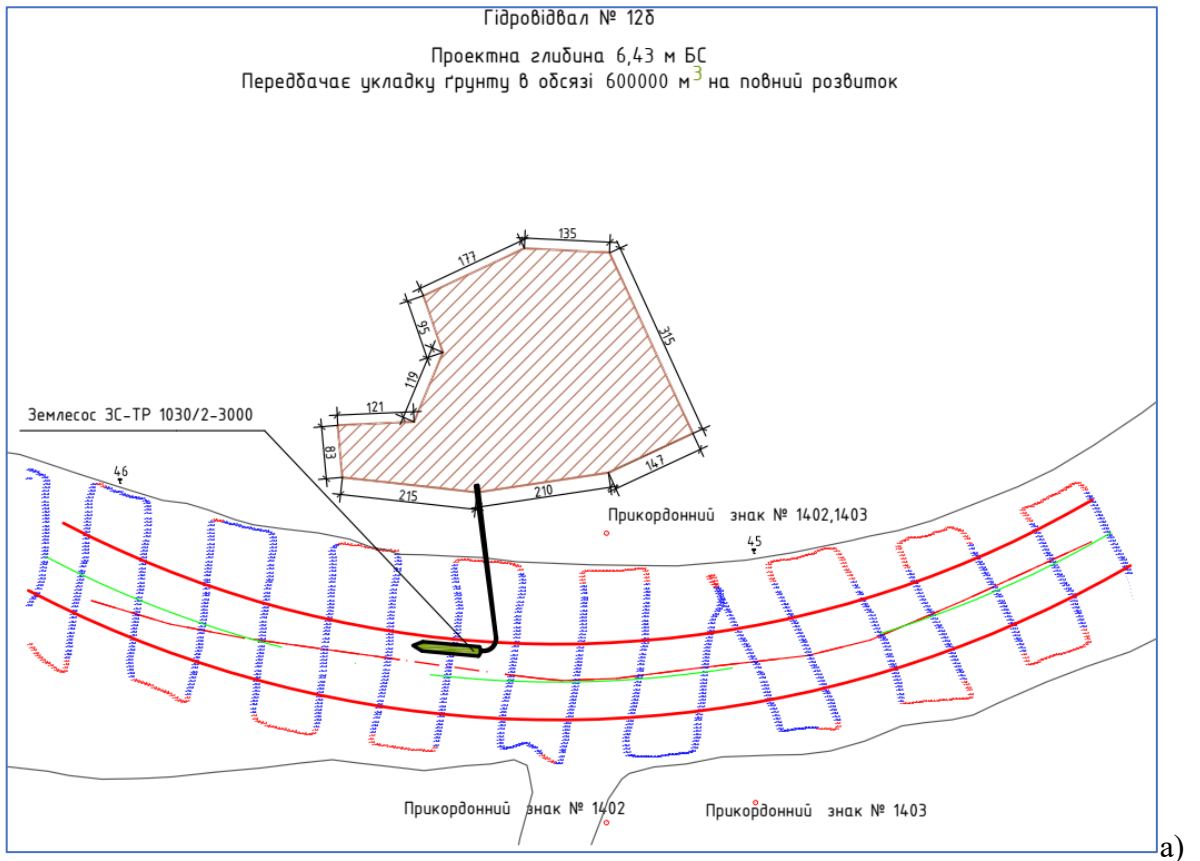


а)



б)

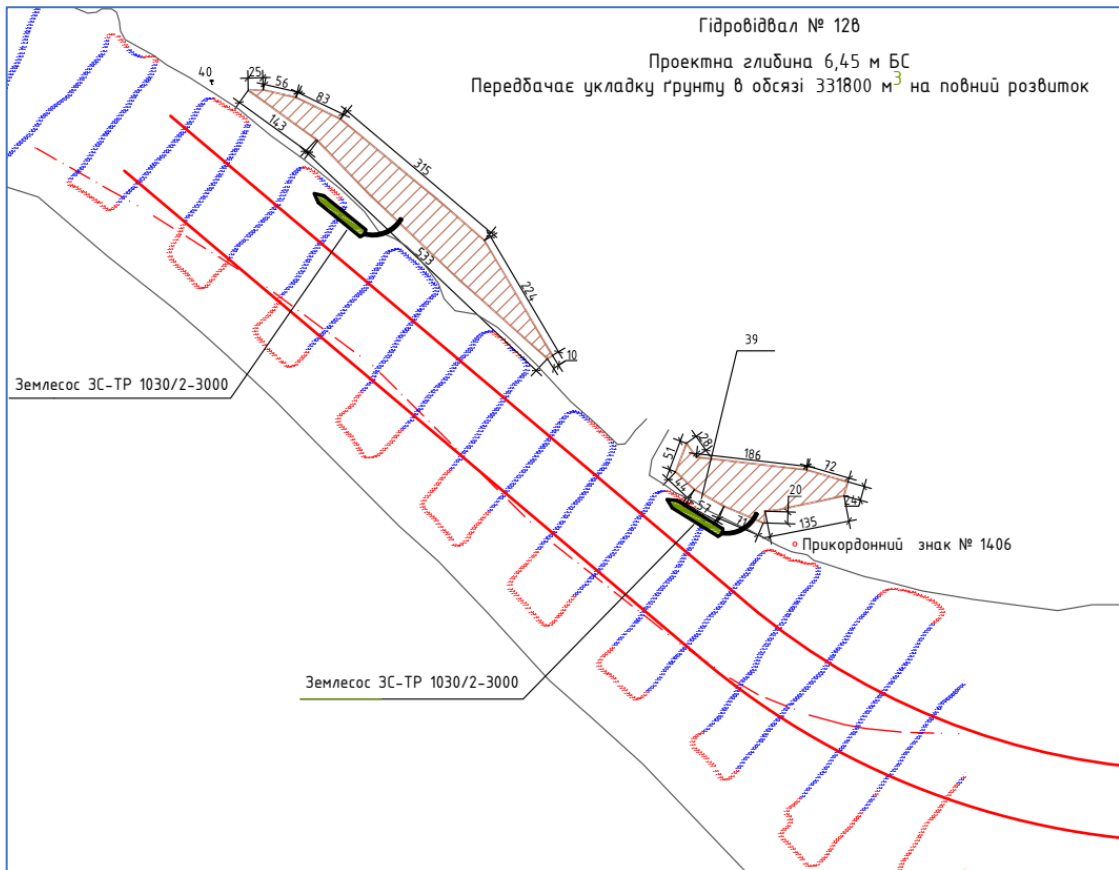
**Рисунок 1.8** Схема розташування та заповнення берегового гідровідвалу № 9  
а) у складі ПК-2, б) у складі ПК-3



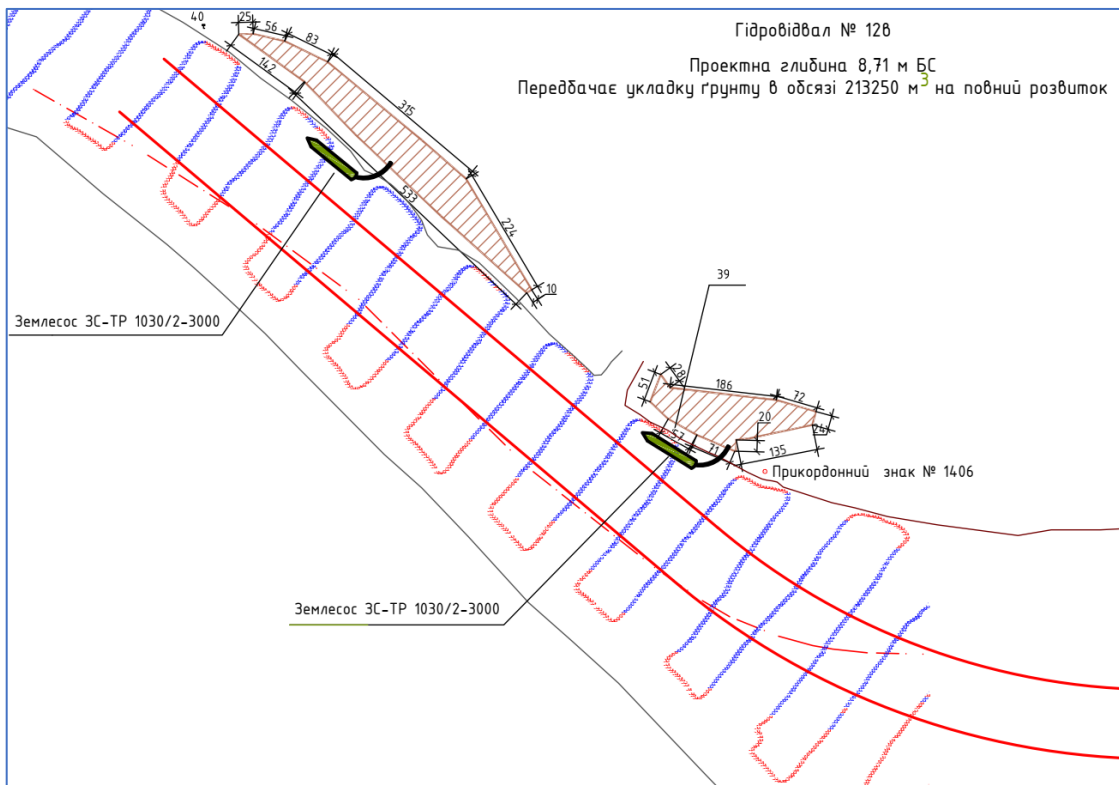
**Рисунок 1.9** Схема розташування та заповнення берегового гідровідвалу № 12 б

а) у складі ПК-2, б) у складі ПК-3





а)



б)

**Рисунок 1.10** Схема розташування та заповнення берегового гідровідвалу № 12 в а) у складі ПК-2, б) у складі ПК-3



### 1.3.2 Гідротехнічні споруди

Реконструкція гідротехнічних об'єктів глибоководного суднового ходу (ГСХ) запроєктовано у складі трьох пускових комплексів (ПК), по яких передбачається забезпечення плавання розрахункових суден з відповідними лінійними параметрами. Структура суднообігу та параметри розрахункових суден по ПК наведені в розділі 5.4.

На повний розвиток (3ПК) загальна довжина ГСХ передбачається в розмірі 172,4 км, глибина - 9,52м від рівня 99% забезпеченості (10,0 м БС) за рахунок проведення днопоглиблювальних робіт та будівництва гідротехнічних споруд на морській ділянці та ділянках річкової частини судового ходу, в тому числі:

На морській ділянці ГСХ:

Морського підхідного каналу загальною довжиною 4,684 км з глибиною - 9,52м від рівня 99% забезпеченості (10,0 м БС) );

Двох огорожувальних дамб (Північної та Південної) на барі: Північна - довжиною 3211 м, в тому числі з залученням існуючої реконструйованої частини довжиною 756м та Південна – довжиною 3755 м.

На першій ділянці річкової частини ГСХ:

струмененапряму підводну дамбу довжиною 350 м, з примиканням кореневою частини до о. Стамбульський, район 11 км р. Дунай;

берегоукріплення довжиною 100 м кореневою частини струмененапрямої дамби, район 11 км р. Дунай, на лівому березі гирла Бистре (поз. 2 по схемі генплану, кресл. Інв. № 441042);

берегоукріплення довжиною 345 м, район ділянки 10 км р. Дунай по правому берегу гирла Бистре і лівому березі Старостамбульського гирла, на розвилці по західній частині о. Кубанський (поз. 3 по схемі генплану, кресл. Інв. № 441042).

Кріплення дна судноплавного прорізу на глибину 1,1 м між струмененапрямою підводною дамбою та берегоукріпленням на розвилці по західній частині о. Кубанський. Смуга кріплення дна становить 21 м. Ширина суднового ходу в місці кріплення – 170 м

Огороджувальні дамби для Морського підхідного каналу прийняти укісного типу трапецієвидної форми з шириною гребня 4,0 м та крутизною укосів 1:3, з кам'яним накиданням. Відмітка верху огорожувальних дамб прийнята +2,00 м БС з урахуванням можливого переливу максимальної хвилі через верх споруди.

Струмененапрямна дамба, передбачена для відхилення ваблених придонних наносів від напрямку суднового ходу по гирлу Бистре. Дамба запроєктована підводна, пірнаюча, з головою на відмітці -4,60 м БС, що піднімається над поверхнею дна на 2,0 м. Ширина дамби по гребню 3,0 м.

Берегоукріплення передбачене кам'яним накиданням у рівень з існуючим дном і укосом прорізу суднового каналу.

Кріпленням дна судноплавного прорізу на глибину 1,1 м передбачено відсипкою щебню (0,5 м) та каменю (0,6 м). Кріплення укосу на іншій довжині ділянки передбачено кам'яним накиданням по шару щебню по ухилу існуючого укосу.

Будівництво огорожувальних дамб на морській частині ГСХ передбачено поетапно:  
 на 1ПК реконструкція [1] зі спрямленням Північної дамби з загальною довжиною 2426м, у тому числі 1670м - нове будівництво;  
 на 2 ПК будівництво Південної дамби довжиною 2970м;  
 на 3 ПК - продовження будівництва Північної дамби до загальної довжини 3211 м, у тому числі 785 м - нове будівництво, та продовження Південної дамби також на 785 м, до загальної довжини 3755м.

### **1.3.3 Забезпечення судноплавства**

Плавання морською частиною ГСХ і гирлом Бистре дозволяється у будь-який час доби, за винятком суден завдовжки 135 м і осіданням більш 4,5 м, плавання яких заборонене в нічний час доби. Забороняється плавання морських суден і суден змішаного плавання («річка-море») морською частиною судноплавного ходу і на ділянці від гирла Бистре до м. Ізмаїльський Чатал без лоцмана. При вході з моря в морський канал, якщо осідання судна перевищує прохідне осідання, вхід в канал не вирішується до тих пір, поки не буде забезпечено прохідне осідання, або не збільшиться рівень води.

Рух суден регулюється Регіональною службою регулювання руху судів (РС РДС) «Дунай» ДП «Дельта-лоцман». Зона дії РС РДС включає ділянку від гирла річки Прут до морського каналу і обмежена на сході дугою кола радіусом 12 морських миль, який проведено з точки приймального буя морського каналу.

Зона дії ЦРДС «Вилкове» обмежена на сході дугою кола радіусом 12 морських миль, який проведено з точки приймального буя морського каналу і розповсюджується на морський рейд, морський підхідний канал, гирло Бистре, Старостамбульське, Очаківське і Кілійське гирла до 34 км. Зона дії ЦРДС «Ізмаїл» охоплює акваторію від 60 до 116 км Кілійського гирла і акваторію морського порту Ізмаїла. Зона дії ЦРДС «Рені» охоплює акваторію від 116км до 71,5 миль і акваторію Ренійського морського порту. РС РДС здійснює обслуговування суден цілодобово.

Навігаційне устаткування річкової частини плавання плавучими і береговими навігаційними знаками вгору від 0 км гирла Бистре відповідає «Основним положенням про плавання по Дунаю». У Кілійському гирлі на ділянці від м. Ізмаїльський Чатал до знаку 11км

в Старостамбульському гирлі встановлений двосторонній рух суден. Виняток становлять ділянки суднового ходу, на якому розбіжність зустрічних суден заборонена.

При плаванні на цих ділянках Дунаю судна повинні триматися правої сторони фарватеру, визначаючи сторону по ходу судна. У разі необхідності відступу від цього правила, зміна курсу можлива тільки після дозволу ПРДС і виконанням вимоги статей 6.04;6.05 «Особливих положень про плавання по Дунаю».

Річкові судна зобов'язані поступатися дорогою морським судам. Морські судна і судна змішаного плавання в баласті зобов'язані поступатися дорогою більшегрузним штовханим річковим з'єднанням. Малі судна зобов'язані поступатися дорогою самохідним судам і слідувати на відстані не менше чим в 10 м за кромкою суднового ходу.

При необхідності перетину суднового ходу, маневр повинен довершуватися в найкоротші терміни, під прямим кутом до осі суднового ходу і при видимій відсутності поблизу суден на ходу. Малим судам забороняється перетинати курс судна, слідуючого судновим ходом на відстані менш 1 км. Обгін забороняється в зонах повороту і в місцях, де дозволений перетин каналу судами.

Зустріч і обгін заборонені всім суднам на ділянках: 34,5 -39 км; 48-50 км; 60-61 км; 68-69 км; 88-90 км; 99,8-101 км; 110-113 км.

Ділянки, на яких зустріч і обгін не рекомендується: 40-42 км; 64,5-65,5 км; 72-73,5 км; 80-83 км; 77-78 км; 105-106 км; 56-58 милі; 65-66 милі.

Швидкість руху суден не повинна перевищувати 10 вузлів, за винятком ділянок, де швидкість руху регламентована. Швидкість судна не повинна викликати бовтанку або присмоктування. Зобов'язані своєчасно уменшити швидкість, одночасно забезпечивши швидкість для безпечного управління при розбіжності з іншими судами, при проході місць проведення підводних, днопоглиблювальних робіт.

Плавання суден по морській частині ГСХ і гирлом Бистре не повинно перевищувати 7 вузлів для суден, які прямують вгору проти течії і 8 вузлів - для суден, які прямують вниз по течії. При проході акваторій портів транзитом швидкість повинна бути не більш 4 вузлів при плаванні вгору і 6 вузлів - при плаванні вниз.

При проходженні вузкостей або крутих поворотів фарватеру Кілійського гирла судно не повинно наближатися менш ніж на 1 милю ( 2 км) до судна, що йде попереду, приймаючи всі запобіжні засоби. Забороняється плавання суден і караванів Кілійським гирлом при силі вітру більш 15 м/с або висоті хвилі більш 2 м, а також у разі обмеження видимості унаслідок туману, снігопаду і ін., коли знаки навігаційного обладнання або їх вогні не видно.

У разі раптового виникнення несприятливих умов судно повинно рухатися до найближчого безпечного місця, по можливості зійти з суднового ходу і стати на якір. При

тривалій зупинці капітан повинен викликати буксири для проводки судна в порт або до найближчої якірної стоянки. При виявленні пошкодження або відсутності навігаційного устаткування на штатному місці необхідно негайно повідомити ПРДС. У разі небезпеки затоплення судна капітан зобов'язаний прийняти заходи, щоб піти з фарватеру.

Судна, які прямують униз на вихід в море, чекають дозволу на вхід в рукав Бистрий в районі портопункту Вилкове. У зимовий період при наявності льоду правила регулюється порядком, встановленим Адміністрацією. Одночасно плавання дозволяється тільки судам, які мають відповідний льодовий клас.

Безпека судноплавства протягом всієї траси Українського ГСХ забезпечується відповідно до чинних міжнародних і національних нормативних документів. Зокрема, засоби навігаційного обладнання морських підходів відповідають системі Міжнародної асоціації маякових служб (регіон А), в річковій частині району плавання – «Основним положенням про плавання по р. Дунай».

Згідно з діючими нормами при плаванні по Дунаю обов'язкове лоцманське проведення суден.

Місця встановлення знаків навігаційного обладнання (ЗНО) на річковій частині ГСХ були вибрані з урахуванням міжнародно-правового статусу р. Дунай, бо правий берег Старостамбульського та Кілійського рукавів належить Румунії.

Розглянуто два варіанти попередньої схеми розташування ЗНО: по даним навігаційної карти №3504, 2011р. і по матеріалам наданих промірів глибин за 2016р. і частково за 2019р.

Згідно з альбомом навігаційних карт № 3504 « Река Дунай от п. Рени до устья», 2011р на річковій частині ГСХ визначено навігаційне обладнання на двох ділянках.

1) Ділянка 10-116 км мапи 3504-18 - 3504-1.

Від 10 до 116 км знаходиться 28 плавучих буїв та 6 буїв спеціального призначення з української сторони, в т. ч по кілометрах:

Зелена брівка: 10, 11, 36, 37, 37.4, 37.7, 38, 48.5, 49, 64, 65, 73, 83, 84, 88, 99, 101, 102, 111, 112км - 20 одиниць

Червона брівка: 10, 25, 61,62, 73, 95, 108, 114 км -8 одиниць

Спеціального призначення: 18, 32, 34-35, 84, 85 км -6 одиниць

Буї спеціального призначення визначають ділянки роз'єднання чи єднання фарватеру, а також для огороження окремо розташованих перешкод в межах фарватеру.

Крім того на червоній брівці є румунські буї: 41, 47, 48.5, 78, 106 км – 5одиниць

та буї спеціального призначення: 76, 116 км – 2 одиниці

2) Ділянка 44М – 72М - кордон

На Румунській річковій стороні на ділянках кордону (профілі 121-168) -30 буїв, в т.ч.12 на зеленій та 18 на червоній брівках (без номерів)

48-44 миля : зелена брівка – 1буй; червона брівка -5 буїв

53-49 миля: зелена брівка - 4 буї; червона брівка - 2 буї

58-53 миля: зелена брівка- 4 буї; червона брівка - 6 буїв

62-58 миля: зелена брівка- 1 буй; червона брівка - 3 буї

66-63 миля: зелена брівка- 1 буй; червона брівка - 1 буй

72-67 миля: зелена брівка- 1 буй; червона брівка -1 буй

В ТЕО кількість існуючих знаків навігаційного обладнання на річковій частині ГСХ прийнято по даним навігаційного обладнання, нанесеного на промірах глибин станом на осінь 2016р. (на декількох ділянках по проміру 2019р.) і визначено для двох ділянок:

1.Ділянка 10-116км, на Українській стороні

на зеленій брівці від профілю 10+250 до профілю 114+300 знаходяться 24 плавучих буя, в т.ч.

на зеленій брівці: №№ 10, 11, 36, 37, 37.4, 37.7, 38, 48, 49, 64, 65, 73, 82, 84, 99, 101, 102, 111, 112 - 19 одиниць

на червоній брівці плавучі буї №№ 10, 61, 62, 65, 73 - 5 одиниці

За зеленою брівкою є буї спеціального призначення пр.18+300, 32,83,84—4 одиниці

На Румунській стороні:

На червоній брівці буї №№ 41, 47, 78, 106, 109, 114—6 одиниць

2. На ділянці 44М -72М (держкордон)

Від профілю 121 до профілю 168 є 26 буїв (без номерів), в т.ч. на зеленій брівці -12 одиниць, на червоній брівці— 14 одиниць, в т.ч:

44М – пр. 121- чер. бр. -1

45М – пр.122- чер.бр. -1

46М- пр. 124- чер.бр. -1

47М-пр.126 - чер.бр.-1, зел.бр.-1

49М-пр.130 –зел.бр.-1

51М – пр.132- зел.бр.-1; пр.133- зел.бр.-1,чер.бр-1

52М –пр.134 –чер. бр.-1; пр.135 – зел.бр.-1

55М – пр.140 –чер.бр-1

56М –пр.142-чер.бр-1, зел. бр - 1

56-57М- пр. 143,144- зел.бр-2; чер.бр. - 2

57-58М- пр. 145 чер. бр-1; пр.145, 146-зел.бр. - 2

61М-пр. 152-чер.бр-1, зел. бр. - 1

62М-пр. 154-чер.бр-1

63М-пр. 155-чер.бр – 1, зел. бр. - 1

69М-71М пр. 167-168 – знаки відсутні

В зв'язку з проектованою струмененапрямною дамбою в першому пусковому комплексі на ділянці 10 км, планується встановити додатковий буй спеціального призначення біля її оголовку.

При цьому при виконанні днопоглиблювальних робіт по 2ПК і 3ПК необхідно деякі буї перемістити до виконання робіт за брівку на 25 м перпендикулярно вісі каналу, а потім повернути на місце, а деякі після виконання днопоглиблення встановити на нові штатні місця на брівках.

У зв'язку зі зміною розташування барової частині ГСХ і будівництвом огорожувальних дамб передбачені зміни постанови існуючих знаків і доповнення новим навігаційним обладнанням.

16 одиниць буїв зеленої та червоної брівок встановлюються відповідно на нові штатні місця на нижні брівки каналу. Переставляється на лінію нової вісі каналу приймальний буй на місці зустрічі лоцмана. При поетапному зведенню захисних дамб буде встановлено 2 портових знака типу колона.

На 1ПК планується будівництво північної дамби, яке буде завершено до початку днопоглиблення каналу по 2ПК.

Після завершення днопоглиблювальних робіт 2ПК починається будівництво південної дамби, на оголовку якої встановлюється колона.

Після днопоглиблення каналу 3ПК будуються дві дамби, одна - на продовжені частині існуючої дамби. На її оголовку встановлюється колона.

#### **1.4 Опис основних характеристик планованої діяльності**

Обсяги днопоглиблювальних робіт на морській та річковій частині ГСХ наведені в таблицях 1.3, 1.4 та 1.5.

Таблиця 1.3 – Обсяги днопоглиблювальних робіт на морській та річковій частинах ГСХ (2ПК)						
Ділянка днопоглиблення: № профілю	Проектна глибина, м БС	Площа черпання з укосом/ без укосу, м <sup>2</sup>	Обсяг днопоглиблювальних робіт, м <sup>3</sup>		Закладання укосів	
			без технологічних переборів	з технологічними переборами	Зелена брівка	Червона брівка
<b>Барова (морська) частина (Використаний промір 2019 року)</b>						
-2+100 - 1+550	7,68 8,10 (на повороті)	518850 / 322420	743 985	938 275	1:4 1:6	1:6
<b>Всього по морській частині</b>		<b>518850 / 322420</b>	<b>743 985</b>	<b>938 275</b>		
<b>1 ділянка річкової частини від 1,534 км до 20,555 км (Використаний промір 2016 року, в т.ч. на профілях від 9+400 до 11+200 промір 2018року)</b>						
1+550 – 10+000	6,51	15810/ 8025	6 320	13 610	1:6	1:6
10+000 -15+000	6,49	5385/ 5110	400	3 270	1:6	1:6
<b>Всього</b>		<b>21195/13135</b>	<b>6 930</b>	<b>16 880</b>		
<b>2 ділянка річкової частини від 20,555 км до 116,000 км (Основний промір 2016 року, в т.ч. промір 2019 року на профілях: від 35+200 до 38+600, від 46+800 до 49+050, від 60+750 до 66+850, від 71+550 до 74+850, від 79+900 до 85+800, від 90+500 до 92+300)</b>						
20+500 – 26+000	6,45	2150/ 1800	210	1 690	1:6	1:6
26+000 – 30+900	6,45	154120/ 148950	91 585	173 310	1:1.5	1:1.5
30+900 – 32+700	6,45	64070/ 58880	81 090	113 650	1:1.5	1:1.5

<b>Закінчення таблиці 1.3</b>						
Ділянка днопоглиблення: № профілю	Проектна глибина, м БС	Площа черпання з укосом/ без укосу, м2	Обсяг днопоглиблювальних робіт, м <sup>3</sup>		Закладання укосів	
			без технологічних переборів	з технологічними переборами	Зелена брівка	Червона брівка
32+700 – 40+000	6,45	170590/ 164040	96 210	185 775	1:1.5	1:1.5
46+000 – 51+000	6,43	104470/ 101585	59 455	114 440	1:1.5	1:1.5
51+000 – 54+000	6,43	- / 5220	820	3795	1:1.5	1:1.5
60+700 – 66+000	6,43	376465/ 348735	341 645	532 065	1:3	1:3
66+000 – 71+000	6,43	57610/ 47640	92 850	127 605	1:2	1:2
71+000 – 76+000	6,43	7000/ 6500	870	4 700	1:6	1:6
76+000 – 82+000	6,31	630/170	350	640	1:1.5	1:1.5
87+000 – 92+000	6,20	7330/ 5570	2 870	6 565	1:6	1:6
99+000 – 105+000	6,15	1215/ 860	520	1 265	1:1.5	1:6
110+000 – 118+200	6,08	100595/ 89490	246 045	296 840	1:1.5	1:1.5
<b>Всього</b>		<b>1051465/920560</b>	<b>1 014 520</b>	<b>1 562340</b>		
<b>Днопоглиблення на 3 ділянці річкової частини від 116 до 170, 36 км не потрібно</b>						
<b>Загальний обсяг 1, 2 ділянок річкової частини.</b>			<b>1 021450</b>	<b>1 579 220</b>		
<b>Загальний обсяг по 2ПК Площа: 1 591510 / 1 256115</b>			<b>1 765 435</b>	<b>2 517 495</b>		



Таблиця 1.4 – Обсяги днопоглиблювальних робіт на морській та річковій частині ГСХ (ЗПК)

Ділянка днопоглиблення: № профілю	Проектна глибина, м БС	Площа черпання з укосом/ без укосу, м2	Обсяг днопоглиблювальних робіт, м <sup>3</sup>		Закладання укосів	
			без технологічних	з технологічними переборами	Зелена брівка	Червона брівка
<b>Барова (морська) частина (Використаний промір 2019 року)</b>						
-2+100 - 1+550	10,0 10,5(на повороті)	562610/ 362550	1 119 740	1 362 305	1:4 1:6	1:6
<b>Всього по морській частині</b>		<b>562610/362550</b>	<b>1 119 740</b>	<b>1 362 305</b>		
<b>1 ділянка річкової частини від 1,534 км до 20,555 км (Використаний промір 2016 року, в т.ч. на профілях від 9+400 до 11+200промір 2018року)</b>						
1+550 – 10+000	8,76	284745/ 119935	247 460	359 810	1:6	1:6
10+000 -15+000	8,74	280795/ 253535	230 540	371 720	1:6	1:6
15+000 – 20+500	8,74	102980/ 92270	26 580	81 020	1:6	1:6
<b>Всього</b>		<b>668520/ 465740</b>	<b>504 580</b>	<b>812 550</b>		
<b>2 ділянка річкової частини від 20,555 км до 116,000 км (Основний промір 2016 року, в т.ч. промір 2019 року на профілях: від 35+200 до 38+600, від 46+800 до 49+050, від 60+750 до 66+850, від 71+550 до 74+850, від 79+900 до 85+800, від 90+500 до 92+300)</b>						
20+500 – 26+000	8,71	525685/ 473735	416 960	679 120	1:6	1:1.5
26+000 – 30+900	8,71	401920/ 373530	631 665	837 280	1:6	1:1.5

Продовження таблиці 1.4						
Ділянка днопоглиблення: № профілю	Проектна глибина, м БС	Площа черпання з укосом/ без укосу, м2	Обсяг днопоглиблювальних робіт, м <sup>3</sup>		Закладання укосів	
			без технологічних перебоїв	з технологічними перебоями	Зелена бівка	Червона бівка
30+900 – 32+700	8,71	243795/ 231805	355 010	478 195	1:1.5	1:1.5
32+700 – 40+000	8,71	415190/ 384800	638 250	850 080	1:1.5	1:1.5
46+000 – 51+000	8,68	416500/ 395165	569 590	783 230	1:1.5	1:1.5
51+000 – 54+000	8,68	238495/ 229995	252 415	375 610	1:1.5	1:1.5
54+000 – 60+700	8,56	6670/ 5970	840	4 500	1:1.5	1:1.5
60+700 – 66+000	8,56	629800/ 542965	1 173 485	1 479 220	1:3	1:3
66+000 – 71+000	8,56	377915/ 345890	385 235	574 920	1:2	1:2
71+000 – 76+000	8,56	376620/ 323860	405 210	589 845	1:6	1:6
76+000 – 82+000	8,56	67370/ 64245	38 135	74 015	1:1.5	1:1.5
82+000 – 87+000	8,45	117775/ 100245	46 995	107 125	1:2	1:6
87+000 – 92+000	8,45	68990/ 48775	69 310	102 015	1:6	1:6
92+000 – 96+000	8,45	9565/ 6495	9 025	14 265	1:1.5	1:6
96+000 – 99+000	8,40	11925/ 11325	10 365	16 605	1:1.5	1:1.5

<b>Закінчення таблиці 1.4</b>							
Ділянка днопоглиблення: № профілю	Проектна глибина, м БС	Площа черпання з укосом/ без укосу, м2	Обсяг днопоглиблювальних робіт, м <sup>3</sup>			Закладання укосів	
			без технологічних переборів	з технологічними переборами	Зелена брівка	Червона брівка	
99+000 – 105+000	8,40	11910/ 9910	12 290	18 935	1:1.5	1:6	
105+000 – 110+000	8,33	45650/ 26395	37 770	85 270	1:3	1:6	
110+000 – 118+200	8,33	177695/ 156640	308 670	396 610	1:1.5	1:1.5	
<b>Всього</b>		<b>4143470/ 3731745</b>	<b>5 361 220</b>	<b>7 466 840</b>			
<b>3 ділянка річкової частини від 116,000 км до 170,360 км (Основний промір 2016 р., промір 2018 року на 65 – 67 мільях)</b>							
118+200 – 119+500	8,33	2105/ 1150	375	1 535	1:6	1:6	
134+500 – 136+500	8,21	80010/ 70005	46 985	86 795	1:6	1:6	
142+000 – 145+900	8,21	279940/ 270050	179 625	323 400	1:6	1:6	
154+700 – 156+300	8,09	104795/ 99000	59 615	113 315	1:6	1:6	
172+000 – 172+100	8,09	- / 2610	910	2 215	1:6	1:6	
<b>Всього</b>		<b>466850 / 442815</b>	<b>287 510</b>	<b>527 260</b>			
<b>Загальний обсяг по ділянкам 1,2,3 річкової частини</b>			<b>6 153 310</b>	<b>8 806 650</b>			
<b>Загальний обсяг по ЗПК</b>			<b>7 273 050</b>	<b>10 168 955</b>			
<b>Площа: 5 841450 / 5 002 850</b>							

**Таблиця 1.5 – Розміщення ґрунтів допоглиблення при днопоглиблювальних роботах розчищенні перекатів на ділянці Вилкове – Ізмаїльський Чатал**

Гідро-відвали	II ПК		III ПК		Обсяг виїмки всього, м <sup>3</sup>	Орієнтовне використання земснарядів
	Судновий хід км	Обсяг виїмки м <sup>3</sup>	Судновий хід км	Обсяг виїмки м <sup>3</sup>		
№6	118,00 - 66,00	437 615	172,10-60,70	1 346 600	1 784 215	з/с ЗС-ТР 1030
№9	66,00 -51,00	535 860	51,00-61,40	162 360	698 220	з/с ЗС-ТР 1030
№12Б	51,00 – 30,90	413 865	54,00-45,00	213 250	627 115	з/с ЗС-ТР 1030
№ 12В	30,90 -1,55	191 880	54,00-45,00	-	191 880	з/с ЗС-ТР 1030
Гідровідвал між північними дамбами	-	-	2,10 -1,55	1 643 985	1 643 985	з/ч МС-Ш750 з/с З-Р 250
Морський відвал	-2,10 -1,55	938 275	2,10 -1,55	6 802 760	7 741 035	з/ч МС-Ш750
<b>Всього</b>		<b>2 517495</b>		<b>10 168955</b>	<b>12686450</b>	

Загальний перелік гідротехнічних споруд та їх призначення наведені у таблиці 1.6.

**Таблиця 1.6 – Гідротехнічні споруди ГСХ Дунай – Чорне море**

Ділянки ГСХ і об'єкти	Параметри споруд			Природоохоронна функція
	ПК1	ПК2	ПК3	
Струмененапрямна дамба, довжина, м	350	-	-	Обмеження стоку води і наносів по рукаву Бистре, запобігання розмиву берегів і замуленості русла, зменшення об'єму експлуатаційного черпання.
Берегоукріплення, довжина, м	445	-	-	Запобігання розмиву берегів рукавів Старостамбульський і Бистрий
Огороджувальні дамби (Північна, Південна, продовження Південної і Північної), довжина, м	1670	2970	1570	Зменшення замуленості морського підхідного каналу і об'єму експлуатаційного черпання, зменшення хвильової дії на косу Пташина
Гідровідвали, площа, га	63,53	-	-	Улаштування гідровідвалів, розташованих на березі р. Дунай, для складування ґрунту.

Загальна тривалість виконання робіт будівництва дамб за розрахунками складає 57 місяців та 2 місяці підготовчий період:

Північної дамби - 7,8 місяця;

Південної дамби - 22,0 місяця;

Продовження Північної та Південної дамби - 26 місяців;

Струмененапрямна дамба і берегоукріплення - 1,2 місяця.

Улаштування гідровідвалів, розташованих на березі р. Дунай - 17, 0 місяців.

Підготовчий період складе 2 місяці.

Обсяги робіт при спорудженні гідротехнічних об'єктів наведені у таблиці 1.7.

**Таблиця 1.7 – Відомість обсягів основних будівельних, монтажних та спеціальних будівельних робіт по гідротехнічних об'єктах**

п/п	Найменування робіт	Од. вим.	I ПК	II ПК	III ПК
1	2	3	4	5	6
1	Розробка ґрунту	м <sup>3</sup>	9500	-	-
2	Планування виїмки: - горизонтальне - похиле	м <sup>2</sup>	5100 12240	-	-
3	Укладання нетканого геотекстилю	м <sup>2</sup>	9000	39000	-
4	Влаштування піщаної подушки	м <sup>3</sup>	29250	126750	-
5	Планування піщаної відсіпки	м <sup>2</sup>	9750	42250	-
6	Відсіпання щебеню	м <sup>3</sup>	66730	87885	70000
7	Грубе рівняння щебеневої відсіпки: - горизонтальне - похиле	м <sup>2</sup>	12000 15950	-	-
8	Відсіпання каменю: 200 мм 300 мм	м <sup>3</sup>	9390 10970	-	-
9	Грубе рівняння відсіпки каменю: - похиле - горизонтальне	м <sup>2</sup>	11760 6570	-	-
10	Ретельне рівняння щебеневої відсіпки	м <sup>2</sup>	88800	115300	127155
11	Укладання на щебінь георешіток	м <sup>2</sup>	90650	116000	128000
12	Відсіпання каменю: 15-100 кг 70-100 кг 200 кг	м <sup>3</sup>	64900 22040 53870	120085 40310 99100	343480 43650 104195
13	Укладання каменю 3,2 т: - під водою - над водою	м <sup>3</sup>	23825 50480	48450 91330	94305 51000
14	Грубе рівняння відсіпки каменю: - горизонтальне - похиле	м <sup>2</sup>	107650 71840	192030 133070	172420 202215
15	Досипання несортованого каміння 15-30 кг	м <sup>3</sup>	3650	6540	3700
16	Укладання монолітного залізобетону	м <sup>3</sup>	-	1,5	3

Будівництво дамб передбачено виконувати методом «з коліс» з використанням плавучих будівельних засобів: плав кран в/п 16тн, буксири, баржі, морські шаланди. Будівництво дамб виконується паралельно з розробкою ґрунтів при днопоглиблюванні, що дозволяє скоротити загальні терміни виконання робіт.

Укладання на мул нетканого геотекстилю виконується водолазами при роботі з самохідного боту. Відсипання піщаної подушки та щебню, каменю виконується плавкраном в/п 16 т обладнаним грейфером ємністю 4 м<sup>3</sup> при доставці матеріалів плавзасобами (самохідними баржами). Розробка ґрунту виконується тим самим краном із навантаженням ґрунту у самохідні баржі та транспортуванням на відстань до 10 км у відвал. Планувальні роботи під водою виконуються водолазами при роботі із самохідного бота.

Всі види рівнянь відсипок під водою виконуються водолазами при роботі з самохідного бота (при радіусі видимості менше 1 м). Укладання георешіток також виконується водолазами.

## **1.5 Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів, скидів та інших факторів впливу в будівельний період та при впровадженні планованої діяльності**

### **1.5.1 Оцінка за кількістю відходів**

В ході проведення планованої діяльності технологічні і господарчо-побутові потреби екіпажів суден технічного флоту забезпечуються на борту плавтехніки, що природно наводить до утворення як побутових, так і експлуатаційних відходів.

Якісні і кількісні характеристики відходів, що утворюються, визначаються залежно від виконання тих чи інших технологічних процесів.

Номенклатурна назва відходу та їх код приймається відповідно до Державного класифікатора відходів (ДК 005-96). Класифікатор відходів призначений для використання в державній статистиці з метою надання різнобічної та обґрунтованої інформації про утворення, накопичення, оброблення, знешкодження та видалення відходів.

Розрахунок нормативів утворення відходів проводиться на основі:

- питомих норм утворення відходів;
- даних довідкових матеріалів;
- статистичних та інших норм утворення відходу.

Для суден технічного флоту існує загальноприйнята практика постачання їх водою судами-водолями, а також збору і здачі різних стоків і твердих побутових відходів на портові нафтосміттезбірники, які надаються по заявці капітана судна. Далі всі відходи передаються на берегові підприємства.

Розрахункова кількість відходів з суден технічного флоту визначалася відповідно до РД 31.06.01-79 «Інструкція по збору, видаленню і знешкодженню сміття морських портів» та ДСП 7.7.4.-057-2000 «Державні санітарні правила для морських суден України».

Максимальне добове надходження твердих відходів з суден поглиблювального і службово-допоміжного флоту розраховується за формулою:

$$C_c = m_i * q_i * n * T,$$

де  $m_i$  - чисельність екіпажа на борту судна, люд./добу;

$q_i$  - добова норма накопичення судових відходів на одну людину - 0,002 м<sup>3</sup> (1 кг);

$n$  – кількість одиниць техніки, од.;

$T$  – експлуатаційний період, доба/рік;

Приклад розрахунку:

$$C_c = 35 \text{ осіб} * 5 \text{ од.} * 1290 \text{ діб} * 0,001 \text{ т} = 225 \text{ т.}$$

Штатна чисельність робітників на суднах днопоглиблювального флоту та плав техніки визначається керівництвом фірми підрядника до якої належать ці судна.

Для розрахунку кількості відходів прийнята усереднена штатна чисельність екіпажів на суднах технічного та днопоглиблювального флоту.

Враховуючи те, що планована діяльність виконуватиметься по окремих ділянках склад днопоглиблювальної техніки може змінюватись – тривалість виконання днопоглиблювальних робіт теж може коливатись.

Потреба в будівельних машинах і механізмах приводиться за умови складу земкараванів (таблиця 1.8.)

**Таблиця 1.8 – Перелік плавтехніки для будівництва ГСХ**

№ п/п	Найменування	Кількість, одиниць	Чисельність екіпажу, осіб
1	2	3	
1.	Багаточерпаковий самохідний земснаряд МС-Ш750, з продуктивністю 750 м3/год	5	35
2.	Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600, місткість трюму 600 м3	15	12
3	Землесосний несамохідний рефулерний земснаряд З-Р 250 «ДЕ-21» - річковий стаціонарний	2	9
4	Самовідвозний трюмний рефулерний землесос ЗС—ТР 1030, з ємністю трюму 1030 м	3	41
5	Мотозавозня	6	6
6	Водолазна станція на самохідному боті з компресором потужністю 100 кВт	6	13
7	Промірні партія з супутниковою системою позиціонування GPS	6	3

8	Портовий буксир, потужність головних двигунів 544 кВт (740 к.с.)	6	15
9	Катер РБТ, потужність головних двигунів 221 кВт (300 к.с.)	6	12
10	Роз'їзний катер, потужність головних двигунів 221 кВт (300 к.с.)	6	12
11	Плавкран в/п 16 т	3	15
12	Плавкран в/п 5 т	3	3
13	Берегова техніка	<b>14797</b> маш-змін	29
14	Плавуча техніка	<b>13569</b> маш-змін	27

Розрахункова тривалість проведення робіт згідно з ТЕО реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» наведена у таблиці 1.9.

**Таблиця 1.9 – Тривалість виконання робіт**

<b>Найменування техніки</b>	<b>Час виконання міс. (діб)</b>
<b>I пусковий комплекс</b>	
Берегова техніка	17 міс. (510 діб)
Плавуча техніка	17 міс. (510 діб)
<b>II пусковий комплекс</b>	
Землесос ЗС-ТР-1030	$67/3 = 22$ міс (660 діб)
Земснаряд МС-Ш750/2-2300	15 міс (450 діб)
Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600,	15 міс (450 діб)
Мотозавозня	15 міс (450 діб)
Водолазний бот	15 міс (450 діб)
Промірна партія	
Морський буксир	
<b>Всього</b>	<b>1,8 роки</b>
<b>III пусковий комплекс</b>	
Землесос ЗС-ТР-1030	$129/3 = 43$ міс (1290 діб)
Земснаряд МС-Ш750/2-2300; Землесос З-Р 250 «ДЕ-21»	$320/5 = 64$ міс (1920 діб)
Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600,	(1920 діб)
Мотозавозня	(1920 діб)
Водолазний бот	(1920 діб)
Промірна партія	(1920 діб)
Морський буксир	(1920 діб)
<b>Всього</b>	<b>5,3 роки</b>



В даному розрахунку розглядаються відходи, які утворюються тільки під час проведення планованих робіт; відходи, що утворюються під час ремонту та технічного обслуговування суден, збираються в місцях відстою плавучої техніки.

Під час виконання робіт згідно Техніко-економічного обґрунтування реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» очікуватимуться відходи: «Відходи з суден технічного флоту (6000.2.9.22)».

Результати розрахунку кількості твердих побутових відходів представлені в таблиці 1.10.

Всього за період виконання планованих робіт утвориться 1635,71 т твердих побутових відходів.

**Таблиця 1.10 – Обсяги утворення твердих побутових відходів**

Найменування техніки	Кількість, од.	Час виконання діб	Чисельність екіпажу, осіб	Кількість відходів, т
<b>I пусковий комплекс</b>				
Берегова техніка (маш-змін)	14797	510	29	14,80
Плавуча техніка (маш-змін)	13569	510	26	13,57
<b>Всього</b>				<b>28,37</b>
<b>II пусковий комплекс</b>				
Землесос ЗС-ТР-1030	3	660	41	81,18
Земснаряд МС-Ш750/2-2300	5	450	35	78,75
Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600,	15	450	12	81,00
Мотозавозня	6	450	6	16,20
Водолазний бот	6	450	13	35,10
Промірна партія	6		3	8,10
Морський буксир	6		15	40,50
<b>Всього</b>		<b>1,8 роки</b>		<b>340,83</b>
<b>III пусковий комплекс</b>				
Землесос ЗС-ТР-1030	3	1290	41	158,67
Земснаряд МС-Ш750/2-2300; Землесос З-Р 250 «ДЕ-21»	5 2	1920	35	336,00
Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600,		1920	12	345,60
Мотозавозня	6	1920	6	69,12
Водолазний бот	6	1920	13	149,76
Промірна партія	6	1920	3	34,56
Морський буксир	6	1920	15	172,80
<b>Всього</b>		<b>5,3 роки</b>		<b>1266,51</b>
<b>Разом</b>				<b>1635,71</b>

Кількість господарсько-побутових стічних вод визначається за формулою:

$$M = n * p * d * q / 1000$$

де  $n$  – норма витрати води на людину, л/добу;

$p$  – кількість членів екіпажа, осіб;

$d$  – період проведення робіт, днів;

$q$  – щільність відходу, т/м<sup>3</sup>.

Відповідно до Державних санітарних правил для морських суден України ДСП 7.7.4.-057-2000 норми водопостачання залежать від категорії суден (таблиця 1.9). Судна, що виконують днопоглиблювальні та інші гідротехнічні роботи, належать до II, III та IV категорій.

**Таблиця 1.11 – Норми водоспоживання на суднах**

Якість води	Норма водоспоживання на 1 особу/добу, л по категоріях суден			
	I	II	III	IV
питна	50	40	20	10
для миття	100	90	30	10
<b>Всього</b>	<b>150</b>	<b>130</b>	<b>50</b>	<b>20</b>

Результати розрахунку кількості господарсько-побутових стічних вод представлені в таблиці 1.12.

**Таблиця 1.12 – кількість побутових стічних вод, що утворюються за період проведення будівельних робіт з реконструкції ГСХ Дунай – Чорне море**

Найменування техніки	Кількість, од.	Час виконання, діб	Чисельність екіпажу, осіб	Кількість стічних вод, т
<b>I пусковий комплекс</b>				
Берегова техніка (маш-змін)	14797	510	29	369,93
Плавуча техніка (маш-змін)	13569	510	26	271,38
<b>Всього</b>				<b>641,31</b>
<b>II пусковий комплекс</b>				
Землесос ЗС-ТР-1030	3	660	41	10553,40
Земснаряд МС-Ш750/2-2300	5	450	35	3937,50
Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600,	15	450	12	1620,00
Мотозавозня	6	450	6	324,00
Водолазний бот	6	450	13	702,00
Промірна партія	6	450	3	162,00
Морський буксир	6	450	15	810,00
<b>Всього</b>		<b>1,8 роки</b>		

<b>III пусковий комплекс</b>				
Землесос ЗС-ТР-1030	3	1290	41	20627,10
Земснаряд МС-Ш750/2-2300; Землесос З-Р 250 «ДЕ-21»	5 2	1920	35	16800,00
Шаланда ґрунтовідвозна самохідна Ш-СД-600,		1920	12	6912,00
Мотозавозня	6	1920	6	1382,40
Водолазний бот	6	1920	13	2995,20
Промірна партія	6	1920	3	691,20
Морський буксир	6	1920	15	3456,00
<b>Всього</b>		<b>5,3 роки</b>		<b>52863,90</b>
<b>Разом</b>				<b>71614,11</b>

Всього за період виконання планованих робіт утвориться 71614,11 т побутових стічних вод.

### 1.5.2 Оцінка за кількістю викидів

У розрахунках обсягів викидів були використані наступні вихідні дані:

#### днопоглиблювальні роботи:

I та II пускові комплекси – тривалість виконання - 1,8 років, витрати палива - 560 тонн, техніка:

- землесос ЗС-ТР-1030,
- земснаряд МС-Ш750/2-2300

III пускової комплекс – тривалість виконання - 5,3 роки, витрати палива - 2850 тонн, техніка:

- землесос ЗС-ТР-1030,
- земснаряд МС-Ш750/2-2300,
- землесос З-Р 250 «ДЕ-21»;

#### будівництво гідротехнічних споруд:

I пусковий комплекс. Будівництво Північної захисної дамби завдовжки 1670 м та гідро відвалів - №6, №9, №12б, №12в планується будувати одночасно – тривалість виконання – 17 місяців, витрати палива - 1600 тонн, техніка:

- крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т,
- автонавантажувачі, вантажопідйомність 5 т,
- екскаватори одноковшеві електричні на гусеничному ході, місткість ковша 2,5 м, бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.], 96 кВт [130 к.с.],

- котки дорожні самохідні вібраційні гладковальцеві, маса 8 т , маса 13 т, самохідні гладкі, маса 5 т,
- баржі при роботі в закритій акваторії несамохідні, вантажопідйомність 250т, 400-450т,
- буксири дизельні при роботі в закритій акваторії, потужність 294 кВт [400 к.с.],
- водолазні станції на самохідному боті з компресором при роботі в закритій акваторії, потужність 110 кВт [150 к.с.],
- крани плавучі при роботі в закритій акваторії самохідні, вантажопідйомність 16 т

II пусковий комплекс. Будівництво Південної захистної дамби завдовжки 2970 м – тривалість виконання – 22 місяця, витрати палива - 1750 тонн, техніка:

- крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т,
- бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.]
- баржі при роботі в закритій акваторії несамохідні, вантажопідйомність 250т, 400-450т,
- буксири дизельні при роботі в закритій акваторії, потужність 294 кВт [400 к.с.],
- водолазні станції на самохідному боті з компресором при роботі в закритій акваторії, потужність 110 кВт [150 к.с.],
- крани плавучі при роботі в закритій акваторії самохідні, вантажопідйомність 16 т

III пусковий комплекс. Будівництво струмененапряної споруди і берегоукріплення. Будівництво продовження Південної та Північної дамб завдовжки 1570 м – тривалість виконання – 27,2 місяця, витрати палива - 2330 тонн, техніка:

- крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т,
- баржі при роботі в закритій акваторії несамохідні, вантажопідйомність 250т, 400-450т,
- водолазні станції на самохідному боті з компресором при роботі в закритій акваторії, потужність 110 кВт [150 к.с.],
- крани плавучі при роботі в закритій акваторії самохідні, вантажопідйомність 16 т,
- бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.]

Продуктивність землесосних і багато черпакових земснарядів визначена по нормах часу залежно від умов виконання робіт на основі нормативного документу - Відомчі будівельні норми «Кошторисні ресурсні норми на морські днопоглиблювальні і рефулерні роботи. Частина 1». К., 1999р.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря проведено за методиками «Методика упрощених расчетов количества выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников предприятий Минавтотранспорта УССР, приложение №1 к РД 200 УССР 106-82.» Киев. 1983г., «Методика розрахунку викидів забруднюючих

речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів», затверджена наказом Державного комітету статистики України № 452 від 13 листопада 2008 р.

Розрахунки валових викидів (Р, т) речовин в атмосферу проводяться по формулі:

$$P = \sum q_i \cdot V \text{ т/рік, де}$$

$q_i$  – питома кількість і-ї забруднюючої речовини при згорянні 1т палива, т/т

$V$  – витрата палива при виконанні робіт, т

*Питома утворення речовин*

Найменування забруднюючої речовини	викид дизельним двигуном	
	одиниця виміру	q
<i>Забруднюючі речовини</i>		
Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	т/т	0,04
Сажа	кг/т	15,50
Ангідрид сірчистий	т/т	0,02
Вуглецю оксид	т/т	0,10
Бенз(а)пирен	г/т	0,31
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	т/т	0,03
<i>Парникові гази</i>		
Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]	кг/т	3138
Метан [CH <sub>4</sub> ]	кг/т	0,25

**Перелік забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря, їх ГДК, класи небезпеки та валові викиди представлені в табл. 1.13-1.18.**

**Таблиця 1.13 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря при днопоглиблювальних роботах I та II пускових комплексів**

№ з/п	Код	Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки	Потужність викиду, тонни
			максимально разова	середньо добова		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	0,2	–	2	22,400
2	328	Сажа	0,15	0,05	3	8,680
3	330	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	3	11,200
4	337	Вуглецю оксид	5	3	4	56,000
5	703	Бенз(а)пирен	–	0,00001	1	0,0001736
6	2754	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	16,800
<i>Парникові гази</i>						
1	–	Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]				1757,28
2	–	Метан [CH <sub>4</sub> ]				0,14

**Таблиця 1.14 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря при днопоглиблювальних роботах III пускового комплексу**

№ з/п	Код	Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас безпеки	Потужність викиду, тонни
			максимально разова	середньо добова		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	0,2	–	2	114,000
2	328	Сажа	0,15	0,05	3	44,175
3	330	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	3	57,000
4	337	Вуглецю оксид	5	3	4	285,000
5	703	Бенз(а)пірен	–	0,00001	1	0,0008835
6	2754	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	85,500
<i>Парникові гази</i>						
1	–	Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]				8943,30
2	–	Метан [CH <sub>4</sub> ]				0,7125

**Таблиця 1.15 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря при будівництві Північної захисної дамби завдовжки 1670 м та гідро відвалів - №6, №9, №12б, №12в. I пусковий комплекс**

№ з/п	Код	Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас безпеки	Потужність викиду, тонни
			максимально разова	середньо добова		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	0,2	–	2	64,000
2	328	Сажа	0,15	0,05	3	24,800
3	330	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	3	32,000
4	337	Вуглецю оксид	5	3	4	160,000
5	703	Бенз(а)пірен	–	0,00001	1	0,0005
6	2754	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	48,000
<i>Парникові гази</i>						
1	–	Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]				5020,80
2	–	Метан [CH <sub>4</sub> ]				0,40

**Таблиця 1.16 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря при будівництві Південної захистної дамби завдовжки 2970 м. II пусковий комплекс**

№ з/п	Код	Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки	Потужність викиду, тонни
			максимально разова	середньо добова		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	0,2	–	2	70,000
2	328	Сажа	0,15	0,05	3	27,125
3	330	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	3	35,000
4	337	Вуглецю оксид	5	3	4	175,000
5	703	Бенз(а)пірен	–	0,00001	1	0,0005425
6	2754	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	52,500
<i>Парникові гази</i>						
1	–	Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]				5491,50
2	–	Метан [CH <sub>4</sub> ]				0,4375

**Таблиця 1.17 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря при будівництві струмененапрямної споруди і берегоукріплення, будівництві продовження Південної та Північної дамб завдовжки 1570 м. III пусковий комплекс**

№ з/п	Код	Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки	Потужність викиду, тонни
			максимально разова	середньо добова		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	0,2	–	2	70,000
2	328	Сажа	0,15	0,05	3	27,125
3	330	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	3	35,000
4	337	Вуглецю оксид	5	3	4	175,000
5	703	Бенз(а)пірен	–	0,00001	1	0,0005425
6	2754	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	52,500
<i>Парникові гази</i>						
1	–	Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]				5491,50
2	–	Метан [CH <sub>4</sub> ]				0,4375

**Таблиця 1.18 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря при виконанні всіх робіт**

№ з/п	Код	Найменування речовини	Середньо добовий викид, тонни	Потужність викиду, тонни
1	2	3	6	7
1	301	Оксиди азоту (на NO <sub>2</sub> )	0,0816	363,600
2	328	Сажа	0,0316	140,895
3	330	Ангідрид сірчистий	0,0408	181,800
4	337	Вуглецю оксид	0,2040	909,000
5	703	Бенз(а)пірен	6,3E-07	0,00282
6	2754	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0612	272,700
<i>Парникові гази</i>				
1	–	Вуглекислий газ [CO <sub>2</sub> ]	6,4014	28524,420
2	–	Метан [CH <sub>4</sub> ]	0,0005	2,2725

### 1.5.3 Оцінка забруднення води

Чинниками, що спричиняють забруднення масивів вод при проведенні будівельних робіт на трасі ГСХ р. Дунай – Чорне море є:

- пошкодження поверхні дна у місцях проведення робіт з днопоглиблення, створення захисної дамби та дампінгу ґрунту;
- надходження у воду завислих та розчинених забруднюючих речовин з ресуспендованих та складованих донних відкладень у період створення та експлуатації суднового ходу;
- надходження у воду забруднюючих речовин у разі порушення режиму проходження суден та при аваріях.

На цій ділянці Кілійського рукава від м. Вилкового до м. Рені, де судноплавство здійснюється протягом тривалого часу, основним фактором впливу на водну екосистему є днопоглиблювальні роботи, що періодично тут виконуються. Основний процес впливу, що відбувається при цьому – підвищення мутності води, надходження біогенних та забруднюючих речовин з донних відкладень у розчиненому вигляді та адсорбованих на мулових частках. Такого роду вторинне забруднення регулярно відбувається у дельті Дунаю в природних умовах у періоди збільшених витрат води, що супроводжуються підвищеним вмістом завислих та тяглих наносів.

Погіршення якості води, що відбувається в результаті днопоглиблення, по цілому ряду оціночних і нормованих показників, порушення кисневого режиму і посилення процесів



евтрофування тільки частково синхронно пов'язані з роботою землечерпальної техніки. Воно обумовлено також надходженням забруднюючих речовин з тимчасових берегових відвалів (в основному при інтенсивному випаданні опадів) і прямим знищенням організмів бентосу на ділянках дна, що поглиблюються, що призводить до уповільнення процесів самоочищення води на тривалий період. Ще більш тривалий вплив надають зміни морфометрії та орографії донної поверхні, якісного та гранулометричного складу донних ґрунтів, що, у свою чергу, вносить зміни до гідродинамічного та літодинамічного режиму. Всі описані процеси призводять до зміни довкілля гідробіонтів, їх часткової загибелі, порушення умов відтворення їхтїофауни.

Зіставлення площ дна, що ушкоджуються при дночерпальних роботах на ділянці Рені-Вилкове (3,257 км<sup>2</sup>), із загальною площею дна річки на цій ділянці (близько 80 км<sup>2</sup>) показує, що в сумі за період проведення будівельних робіт буде пошкоджено близько 4% донних біоценозів, а це не може вплинути на водну екосистему ділянки. Отже, основний вплив на якість води в період будівництва буде надходити у воду забруднюючих речовин з донних відкладень, головним джерелом якого є втрати ґрунту при днопоглиблювальних роботах, що становлять за діючими нормами 2–5 % від ґрунту, що вилучається, залежно від типу земснаряду (таблиця 1.19). Зіставлення маси втрат ґрунту на даній ділянці суднового ходу за весь будівельний період та величини річного стоку зважених наносів по Кілійському рукаву показує, що техногенне збільшення річного стоку наносів може становити близько 1,5% і не вплине на гідрофізичні умови дельти, оскільки перебуватиме в межах міжрічних коливань цього показника

**Таблиця 1.19 – Прогнозні обсяги втрат ґрунту при днопоглиблювальних роботах**

Найменування ділянки	Будівництво		Експлуатаційні підчистки	
	Об'єм втрат, тис.м <sup>3</sup>	Об'єм скидів дрібних фракцій, тис.м <sup>3</sup>	Об'єм втрат, тис.м <sup>3</sup> /год	Об'єм скидів дрібних фракцій, тис. м <sup>3</sup> /год
Рені-Вилково	126,3	6,32	16,0	0,8
Вилково-море	29,80	1,49	5,0	0,25
Баровая часть	149,94	7,50	12,5	0,63

Найбільшу роль погіршення якості води при втратах ґрунту грають дрібні фракції, які у середньому близько 5 % обсягу донних відкладень. Саме ці фракції адсорбують максимальну кількість забруднюючих речовин і утворюють стійку завесь, що поширюється на значні відстані з потоком води.

Не менш важливо оцінити прогнозований приріст забруднюючих речовин на ділянці виконання днопоглиблювальних робіт безпосередньо під час роботи земснарядів.

Такий розрахунок виконано для умов роботи на одній ділянці двох земснарядів паспортною продуктивністю 1000 м<sup>3</sup> ґрунту на годину кожен. Об'єм одночасно видобутого ґрунту  $w$  прийнятий 1200 м<sup>3</sup>/годину з урахуванням несинхронності їх роботи та зношування. У розрахунках щільність попередньо розпушеного ґрунту  $\rho$  прийнята 1,6 г/см<sup>3</sup>. Розрахунковими витратами води прийнято мінімальну річну витрату 95 % забезпеченості, що дорівнює створі м. Кілії 1350 м<sup>3</sup>/с, і мінімальна спостережена на цій ділянці русла витрата, що дорівнює 850 м<sup>3</sup>/с. В якості найбільш песимістичного припущення прийнято, що всі забруднюючі та біогенні речовини, які перебували в масі втраченого при розробці ґрунту, залишаються в товщі води. При розрахунку збільшення вмісту завислих речовин (ЗР) у воді приймалося, що фракція донних відкладень, що утворює стійку не седиментуючу завис, становить 5% маси втрат ґрунту.

Середньогодинний приріст концентрації ЗР  $\Delta C_{cp}$  у потоці води, що пройшов через площину Кілійського рукава, в якому проводяться роботи з розчищення перекаату, визначався як відношення маси стійкої суспензії  $\Delta M$ , що надходить у воду за 1 годину проведення робіт, до годинної витрати річкової води  $Q$  у створі проведення робіт:  $\Delta C_{cp} = \Delta M / Q$ ,

З розрахункових умов  $\Delta M = w \cdot \rho \cdot 2\% \cdot 5\%$ ;

Для умов мінімальної річної витрати 95 % забезпеченості у створі нижче м. Кілія (1350 м<sup>3</sup>/с або 4860000 м<sup>3</sup>/год)

$$\Delta C_{cp} = 1200 \cdot 1,6 \cdot 0,02 \cdot 0,05 / 4860000 = 3,95e-7 \text{ т/м}^3 = 0,395 \text{ мг/дм}^3.$$

При мінімальній спостереженій витраті 800 м<sup>3</sup>/с  $\Delta C_{cp}$  складе 0,68 мг/дм<sup>3</sup>.

При цьому виконуються вимоги СанПіН 4630-88, згідно з якими в пунктах культурно-побутового водокористування при фоновому вмісті ЗР у воді водотоку до 30 мг/л збільшення їх вмісту не повинно перевищувати 0,75 мг/дм<sup>3</sup>. Не дотримується норматив, встановлений для рибогосподарських водойм 1 категорії, згідно з яким вміст ЗР у воді не повинен збільшуватися більш ніж на 0,25 мг/дм<sup>3</sup>. Результати прогнозних розрахунків поширення завислих речовин руслами рукавів нижче місця проведення днопоглиблювальних робіт наведені у розділі 9.

З біогенних речовин найбільший відносний приріст у години інтенсивної роботи земснарядів може досягатись для валового вмісту сполук фосфору (на 16,2 % при витраті річкової води 1350 м<sup>3</sup>/с). Для відрізків часу, відповідних циклів біологічних продукційних процесів (добу і більше), середнє підвищення концентрації фосфору у воді прогнозується на порядок нижче отриманого при розрахунку і не може суттєво вплинути на рівень трофності

ділянок дельти, що знаходяться нижче. Підвищення концентрації валового азоту складе у розрахункових умовах трохи більше 0,1 %, що може вплинути на процеси евтрофування.

Загальний вміст органічних речовин під час виконання днопоглиблювальних робіт (за показниками БПК<sub>5</sub> та ГПК) може короткочасно підвищуватися на 5–6 %, концентрація нафтопродуктів – на 9%. З важких металів найбільший приріст концентрації прогнозується марганцю – до 11,5 %. Прирости концентрації інших металів та токсичних органічних речовин не перевищать 2,5%. Таким чином, підвищення концентрації забруднюючих речовин у воді в будівельний період може призводити тільки до короткочасних і локальних впливів на якість води, не змінюючи в цілому санітарно-токсикологічну ситуацію в Кілійській дельті Дунаю.

Основні негативні впливи на якість води узмор'я в будівельний період надають роботи з прокладання морського підхідного каналу через бар рукава Бистрий та створення захисної дамби. Основні збитки при цьому будуть завдані організмам бентосу як за рахунок погіршення якості води, так і за рахунок пошкодження значних площ дна. Однак бентос в цьому районі пристосований до існування в умовах процесів переформування рельєфу дна, що активно протікають, постійного винесення забруднюючих речовин і наносів, в силу чого здатний швидко відновлюватися після припинення дії техногенних факторів, які в даному випадку аналогічні дії факторів середовища авандельти.

Осередок забруднення води в районі бару існуватиме лише під час роботи земснарядів, а потім швидко розсіється струменем стоку рукава Бистрий та морськими течіями.

У районі дампінгу ґрунту прогнозується локальне тривале забруднення морського дна та короткочасне – водної маси. Наслідки дампінгу прогноуються як загибель донних біоценозів, погіршення кисневого режиму, підвищення трофності, токсичного на гідробіонтів.

Вплив суден на якість води для умов нормальної експлуатації прогнозується незначним. Баластові та побутові стічні води за умовами судноплавства повинні здаватися на спеціальні судна. Підігрті води систем охолодження двигунів відносяться до категорії «умовно чистих» і в обсягах, що скидаються, не можуть істотно вплинути на якість річкової води.

Найбільш серйозні негативні на всіх ділянках ГСХ можуть бути викликані аваріями при проходженні суден. За оцінками, ймовірність аварійних ситуацій для судового ходу, що задовольняє міжнародним вимогам навігації, надзвичайно мала.

Для водного середовища найнебезпечніші аварії, що супроводжуються розливом нафтопродуктів або інших токсичних речовин. При аналізі можливих наслідків таких аварій на ділянці рукава Бистрий важливо враховувати, що його русло відокремлено від плавні прирусловими валами, що виконують функцію бар'єрів. Таким чином, вогнище забруднення,

що виникло в результаті аварії, спочатку буде винесено в прибережну область узмор'я, і тільки звідти забруднюючі речовини можуть поширюватися в плавні.

У той же час, навіть при відмові від створення ГСХ в українській частині дельти Дунаю, потенційною загрозою для гідробіоценозів ДБЗ залишаться суднові аварії, можливі на вищерозташованих судноплавних ділянках Дунаю, оскільки вогнище забруднення води, що виникло внаслідок такої аварії неминуче пошириться вниз за течією до кордонів ДБЗ.

Більш докладно оцінка ризиків та наслідків аварій на трасі ГСХ Дунай – Чорне море викладені у розділі 5.4.

#### 1.5.4 Оцінка забруднення повітря

##### *Пересувні джерела забруднення повітря*

Кількісна характеристика пересувних джерел забруднення повітря у період будівництва, наведена вище у пункті 1.5.2.

Складові частини вихлопних газів транспорту, які можна вважати токсичними, - це оксиди азоту (в перерахунку на  $\text{NO}_2$ ), ангідрид сірчаний, оксид вуглецю, сажа, бенз(а)пірен, вуглеводні  $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{19}$ .

Крім того в атмосферне повітря відбувається викид таких парникових газів: вуглецю діоксиду [ $\text{CO}_2$ ], метану [ $\text{CH}_4$ ].

*Оксиди азоту (в перерахунку на  $\text{NO}_2$ )*, що випаровуються в атмосферу, представляють серйозну небезпеку для екологічної ситуації, оскільки здатні викликати кислотні дощі, а також самі по собі є токсичними речовинами, що викликають роздратування слизових оболонок.

*Діоксид азоту  $\text{NO}_2$*  – газ, червоно-бурого кольору, з характерним гострим запахом. *Оксид азоту (IV)* – високотоксичний.

Навіть в невеликих концентраціях він подразнює дихальні шляхи, у великих концентраціях викликає набряк легенів, а також викликає зміни складу крові, зокрема, зменшує вміст в крові гемоглобіну.

Дія на організм людини *діоксида азоту* знижує опірність до захворювань, викликає кисневе голодування тканин, особливо у дітей.

Посилює дію канцерогенних речовин, сприяє виникненню злоякісних новоутворень. Навіть при малих концентраціях, що становлять всього  $0,23 \text{ мг/м}^3$ , людина відчуває присутність цього газу. Ця концентрація є порогом виявлення *діоксида азоту*.

Проте здатність організму відчувати  $\text{NO}_2$  зникає після 10 хвилин вдихання, але при цьому відчувається сухість і першіння в горлі. Хоча і ці ознаки зникають при тривалій дії газу в концентрації, що в 15 разів перевищує поріг виявлення.

Таким чином,  $NO_2$  послабляє нюх. Але *діоксид азоту* впливає не тільки на нюх, але і послабляє нічний зір – здатність ока адаптуватися до темноти. Цей ефект спостерігається при концентрації  $0,14 \text{ мг/м}^3$ , що, відповідно, нижче за поріг виявлення.  $NO_2$  викликає збільшення зусиль, затрачуваних на дихання.

Ця реакція спостерігалася у здорових людей при концентрації  $NO_2$  всього  $0,056 \text{ мг/м}^3$ , що в чотири рази нижче за поріг виявлення. А люди з хронічними захворюваннями легенів випробовують утруднення дихання вже при концентрації  $0,038 \text{ мг/м}^3$ .

*Оксид азоту* – відносно нетоксичний, проте він легко окислюється в повітрі до *діоксиду азоту*:  $2NO + O_2 = 2NO_2$ .

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *оксидів азоту* в атмосферному повітрі населених місць: для *діоксиду азоту* максимальна разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) складає  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , а середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>с.д.</sub>) –  $0,04 \text{ мг/м}^3$ ; , клас небезпечності – 3, для *оксиду азоту* ГДК<sub>м.р.</sub> =  $0,4 \text{ мг/м}^3$ , ГДК<sub>с.д.</sub> =  $0,06 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпечності – 3.

*Оксид вуглецю CO* – (чадний газ, оксид вуглецю, монооксид вуглецю) — безбарвний газ без смаку і запаху. Хімічна формула — CO.

Концентрація чадного газу в повітрі 12,5-74% вибухонебезпечна.

При великій концентрації оксиду вуглецю люди і тварини задихаються.

При його концентрації в повітрі до 3% у людини спостерігається прискорене дихання, більш 10% – втрата свідомості і навіть смерть.

Потрапляючи в легені, оксид вуглецю витісняє кисень з його з'єднань з гемоглобіном крові, унаслідок чого гемоглобін перестає брати участь в перенесенні кисню до тканин.

Коли організм не одержує достатньої кількості кисню, порушується процес тканинного дихання. В першу чергу це порушення позначається на органах центральної нервової системи, киснева недостатність вражає кору головного мозку, починається розлад вищої нервової діяльності.

Окрім концентрації *оксиду вуглецю* у повітрі що вдихається, на ступінь отруєння впливає ще і тривалість перебування людини в атмосфері, що містить *оксид вуглецю*.

У осіб, постійно вдихаючих повітря навіть з невеликим змістом *оксиду вуглецю* , спостерігається прояв хронічного отруєння *оксидом вуглецю*.

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *оксиду вуглецю* в атмосферному повітрі населених місць: максимальна разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) складає  $5,0 \text{ мг/м}^3$ , а середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>с.д.</sub>) –  $3,0 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпечності – 4.

*Діоксид сірки*  $SO_2$  – (ангідрид сірчаний, сірчистий газ) безбарвний газ із характерним різким запахом. Хімічна формула –  $SO_2$ .

*Діоксид сірки* у природі зустрічається у вулканічних газах. При  $-10,5^\circ C$  згущається в безбарвну рідину, що твердіє при температурі  $75^\circ C$  у кристалічну масу. Критична температура  $157,3^\circ C$ , критичний тиск 77,8 атм.

*Діоксид сірки* добре розчинний у воді з утворенням сірчистої кислоти  $H_2SO_3$ . Кисень окисляє  $SO_2$  при високих температурах у присутності каталізаторів; може окислятися до  $SO_3$  і  $H_2SO_4$  і відновлюватися до S; з водяними розчинами лугів  $SO_2$  утворить солі сірчистої кислоти. Термічно  $SO_2$  дуже стійкий; помітна дисоціація його на S і  $O_2$  або SO і O відбувається лише близько  $2800^\circ C$ .

*Діоксид сірки* токсичний. Сірчистий газ особливо шкідливий для дерев, він приводить до хлорозу (пожовтінню або знебарвленню листів) і карликовості.

Він може надходити в організм через дихальні шляхи під час випалу сірчаних руд (при одержанні сірчаної кислоти) на мідеплавильних заводах, при спалюванні палива, що містить сірку, в кузнях, котельнях, на суперфосфатних заводах, теплових електростанціях і т.п.

Сам по собі цей газ не наносить істотного збитку здоров'ю населення, але в атмосфері реагує з водяною парою з утворенням вторинного забруднювача – сірчаної кислоти ( $H_2SO_4$ ). Краплі кислоти переносяться на значні відстані й, потрапляючи в легені, сильно їх руйнують. Найнебезпечніша форма забруднення повітря спостерігається при реакції *сірчистого ангідриду* зі зваженими частками, що супроводжується утворенням солей сірчаної кислоти, які при подиху проникають у легені й там осідають.

У легких випадках отруєння *діоксидом сірки* з'являються кашель, нежить, сльозотеча, почуття сухості в горлі, біль у грудях. При гострих отруєннях середньої ваги, крім того, головний біль, запаморочення, загальна слабкість, біль у підложковій області; при огляді – ознаки хімічного опіку слизуватих оболонок дихальних шляхів.

Тривалий вплив *діоксиду сірки* може викликати хронічне отруєння. Воно проявляється атрофічним ринітом, поразкою зубів, що часто загострюється токсичним бронхітом із приступами ядухи. Можливі поразка печінки, системи крові, розвиток пневмосклерозу. Профілактика: герметизація виробничого встаткування, ефективна вентиляція, уловлювання *діоксиду сірки* із хвостових і димових газів, індивідуальний захист органів подиху (протигаз).

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *діоксиду сірки* в атмосферному повітрі населених місць: максимальна разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) складає  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , а середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>с.д.</sub>) –  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпечності – 3.

*Сажа* порошкоподібний залишок від неповного окиснення вуглецевмісних речовин.

Сажа, що втримується в газах, що відробили, має більшу токсичність, що звичайний пил. На поверхні часток *сажі* адсорбуються канцерогенні речовини.

Через неповне згоряння палива у двигуні автомашини частина вуглеводнів перетворюється в *сажу*, що містить смолисті речовини.

Дим від дизельних двигунів, що полягає в основному із *сажі*, вважається особливо небезпечним через те, що його частки мають канцерогенні властивості.

*Сажа* входить у категорію часток, небезпечних для легенів, тому що частки менш п'яти мікрометрів у діаметрі затримуються в легенях, дихальних шляхах, викликають алергію. Як кожна аерозоль, *сажа* забруднює повітря, погіршує видимість на дорогах, але, найголовніше, на ній адсорбуються важкі ароматичні-вуглеводні, у тому числі *бенз(a)пірен*.

*Сажа* (зважені частинки, розміром менше 10 мкм) може стати причиною захворювань слизових оболонок і органів дихання, а також кон'юнктивітів і дерматитів.

*Сажа* також є одним з короткоживучих чинників впливу на клімат, вносячи свій внесок в розігрівання земної атмосфери.

Епідеміологічні дослідження дають достатні докази статистичної зв'язку серцево-судинної захворюваності і смертності з впливом *сажі*. З результатів токсикологічних робіт слід, що *сажа* може виступати в якості універсального переносника найрізноманітніших хімічних агентів різного ступеня токсичності в організм людини. Хоча *сажа*, мабуть, не є основним, безпосередньо токсичним компонентом дрібнодисперсних зважених часток, скорочення рівнів впливу зважених часток, що містять *сажу*, має знизити їх негативний вплив на здоров'я, а також буде сприяти пом'якшенню (мітігації) процесів зміни клімату.

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *сажі* в атмосферному повітрі населених місць: максимальна разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) складає 0,15 мг/м<sup>3</sup>, а середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>с.д.</sub>) – 0,05 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпечності – 3.

*Бенз(a)пірен* (або 3,4-бензпірен, бензпірен, бензапірен) – поліциклічний ароматичний вуглеводень, що утворюється під впливом високої температури на деякі органічні речовини. Найбільш поширений в довкіллі з ряду канцерогенних поліароматичних вуглеводнів (ПАВ).

*Бенз(a)пірен*, це органічна речовина 1 класу небезпеки (надзвичайно небезпечна), канцероген (здатний викликати у людини утворення злоякісних та доброякісних пухлин), переважні шляхи надходження в організм людини - інгаляційний, накожний, трансплацентарно. В експериментальних дослідженнях *бенз(a)пірен* був випробуваний на дев'яти видах тварин, включаючи мавп. При всіх цих способах впливу вдавалося викликати злоякісні пухлини у тварин. Важливим фактором в канцерогенезі поліциклічними

вуглеводнями є відносна швидкість синтезу і руйнування канцерогенних проміжних сполук. Деякі метаболіти екскретуються в жовч.

У молекулярно-дисперсному стані *бенз(а)пірен* може перебувати лише в мізерно малих кількостях. В повітрі він переважно пов'язаний з твердими частинками атмосферного пилу. Тверді частинки, що містять *бенз(а)пірен*, досить швидко випадають з повітря внаслідок седиментації (руйнування колоїду і випадання осаду), а також з атмосферними опадами і переходять в ґрунт, рослини, ґрунтові води і водойми. Це обумовлює досить велику мінливість концентрації *бенз(а)пірену* в атмосферному повітрі, яка залежить не тільки від інтенсивності викиду його з джерела забруднення, а й від метеорологічних умов. Будучи хімічно порівняно стійким, *бенз(а)пірен* може довго мігрувати з одних об'єктів в інші. В результаті багато об'єктів і процеси навколишнього середовища, самі, що не володіють здатністю синтезувати *бенз(а)пірен*, стають його вторинними джерелами.

Ґрунти і ґрунти на територіях, прилеглих до автомагістралей, відчують регулярне хімічне забруднення важкими металами, нафтопродуктами і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), які містяться, головним чином, в газопилових викидах автотранспорту. Ситуація ускладнюється тим, що дорожні проїзди за межами бічних прима-гістральної газонів активно використовуються в якості парковок автомобілів, часто короткочасних. Як відомо, вихлопні гази, що утворюються при прогріві двигуна автомобіля, більш збагачені токсичними речовинами, особливо ПАВ (в тому числі *бенз(а)піреном*). Тому рівень хімічного забруднення цих ділянок досить високий.

*Бенз(а)пірен* в навколишньому середовищу накопичується переважно в ґрунті, менше в воді. З ґрунту надходить в тканини рослин і продовжує свій рух далі в трофічного ланцюга, при цьому на кожній її щаблі зміст *бенз(а)пірену* в природних об'єктах зростає на порядок.

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *бенз(а)пірена* в атмосферному повітрі населених місць: середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>с.д.</sub>) складає 0,00001 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпечності – 1.

*Вуглеводні* – органічні сполуки, що складаються з атомів вуглецю і водню.

*Вуглеводні* не токсичні в малих концентраціях, однак беруть участь в утворенні смогу. Вони містяться у всіх видах рідкого автомобільного палива і потрапляють в атмосферу як несгорівша частина палива при вихлопі відпрацьованих газів.

*Вуглеводні* при атмосферному тиску практично не розчиняються в крові людини і не взаємодіють з її життєвими компонентами, тому вони не надають явного отруйної дії на організм людини. Однак при значних концентраціях в повітрі або при тривалому вдиханні повітря з малим вмістом парів спостерігається шкідлива і небезпечна для здоров'я людини дія.



Вплив на організм *вуглеводнів* виражається в порушеннях функціонального стану центральної нервової системи. Це пов'язано з наркотичною дією *вуглеводнів*. У дуже низьких концентраціях дію *вуглеводнів* призводить до функціональних розладів нервової системи, неврастенії, вегетоневрозах, запальності і дратівливості - аж до сильного запаморочення при різких рухах головою. *Вуглеводні*, що викидаються в повітря при роботі транспорту, викликають загальну слабкість, головний біль, рідше - відчуття шуму в голові.

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *вуглеводних граничних*  $C_{12}-C_{19}$  в атмосферному повітрі населених місць: максимальна разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) складає  $1,0 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпечності – 4.

*Парникові гази* – газоподібні складові атмосфери природного, або антропогенного походження, які поглинають і випромінюють інфрачервоне випромінювання.

*Вуглекислий газ* [ $CO_2$ ] – найважливіше джерело кліматичних змін, на частку якого доводиться, за оцінками, біля 64% глобального потепління. Кількість часу, при якому приблизно 63% газу виводиться з атмосфери, називається ефективним періодом перебування. Оцінюваний ефективний період перебування для *вуглекислого газу* коливається в межах від 50 до 200 років.

*Метан* [ $CH_4$ ] – має як природне, так і антропогенне походження. На частку *метану* доводиться, за оцінками, приблизно 20 % глобального потепління. Викиди *метану* є значним джерелом парникових газів.

Оскільки будівельна техніка та судна, що проходять судновим ходом, розосереджується по довжині ГСХ, а місця робіт достатньо віддалені від населених пунктів, за нормальних умов наднормативний вплив пересувних джерел викидів на якість атмосферного повітря та негативний вплив на здоров'я населення планованої діяльності з реконструкції та подальшої експлуатації ГСХ за не очікується.

### ***Постійні джерела забруднення повітря***

Постійними джерелами забруднення атмосферного повітря планованої діяльності є гідровідвал ґрунтів днопоглиблення між існуючою дамбою та запроектованою північною огорожувальною дамбою місткістю  $1,64 \text{ млн. м}^3$  та чотири берегових гідровідвали місткістю  $3 \text{ 416 млн. м}^3$  загальною площею  $63,53 \text{ га}$  (див. рис.1.1 та 1.5– 1.10).

**Обґрунтування впливу викидів забруднюючих речовин в атмосферу з гідровідвалів.** Основною забруднюючою речовиною, що міститься у викидах берегових гідровідвалів, є *аміак* (посібник з інвентаризації атмосферних викидів. «CORINAIR», ЕМЕП, В\_9105, п.8)

*Аміак*  $NH_3$  – безбарвний газ з характерним різким запахом і їдким смаком, легший за повітря, добре розчинний у воді.

*Аміак* – один з найбільш поширених промислових хімікатів, що використовується в промисловості та торгівлі. Також аміак постійно утворюється в усіх органах і тканинах людського організму. Він є незамінним у багатьох біологічних процесах і слугує попередником для утворення амінокислот та синтезу нуклеотидів.

У природі *аміак* утворюється при розкладанні азотовмісних органічних сполук. За звичайних умов аміак легко зріджується під тиском, а під час випаровування поглинає тепло – сильно охолоджується.

Як рідина *аміак* легший за воду, має меншу густину і в повітрі утворює слабкий дим. Вогненебезпечний, утворює вибухові суміші з повітрям, отруйний. Особливо небезпечний для очей.

*Аміак* починає взаємодіяти відразу після контакту з вологою на поверхні шкіри, очей, рота, дихальних шляхів та частково слизових поверхонь і формує дуже їдкий гідроксид амонію. Гідроксид амонію спричиняє некроз тканин через порушення клітинних мембран, що веде до руйнування клітин. Як тільки протеїн і клітини розпадаються, вода витягується в результаті запальної реакції, що призводить до подальшого пошкодження.

Ознаки отруєння *аміаком* – сильний кашель і задуха; різь в очах; порушення частоти пульсу; почервоніння шкіри; подразнення слизових оболонок та шкіряного покриву. Після контакту з рідким *аміаком* виникає обмороження, можливі опіки з пухирями, виразки.

Вдихання парів *аміаку* може спалити дихальні шляхи, призвести до токсичного отруєння організму. При тривалому надмірному потрапленні *аміаку* в організм виникають серйозні порушення. Особливо чутливою є репродуктивна система людини та тварин.

В Україні встановлені наступні екологічні стандарти на вміст *аміаку* в атмосферному повітрі населених місць: максимальна разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) складає  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , а середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>с.д.</sub>) –  $0,04 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпечності – 4.

Критерієм оцінки стану повітряного середовища є нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря: гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин (ГДК) в атмосфері.

**Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу.** Викиди з міждамбового гідровідвалу, у порівнянні з береговими гідровідвалами спричинятимуть найменший негативний вплив на фактори довкілля та здоров'я населення, оскільки є найбільш віддаленим від об'єктів впливу, тому розрахунки розсіювання проведені для чотирьох берегових гідровідвалів..

Кількість джерел викиду забруднюючих речовин в атмосферу – 4. Джерелами викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря проєктованих берегових відвалів, становлять:

**гiдровiдвал №6** розташований біля острова Малий Даллер та складається з двох ділянок.

В плані територія розташована на відмітках від -0,25 м до +0,65 м. Улаштування дамб первинного обвалування передбачено для двох відособлених ділянок, розділених 10-метровою смугою. Периметр першої ділянки складає 1944 м, другої – 1502, площа 35 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 1 785 000 м<sup>3</sup>. Основна забруднююча речовина: *аміак*;

**гiдровiдвал №9** розташований біля острова Великий Далер та острова Кислицький. В

плані територія розташована на відмітках від -0,75 м до +0,65 м. Улаштування дамб первинного обвалування передбачено однією ділянкою, периметр якої складає 1413 м, площа – 13 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 699 000 м<sup>3</sup>. Основна забруднююча речовина: *аміак*;

**гiдровiдвал №12б** розташований біля м. Кілія. В плані територія розташована на

відмітках від +0,75 до +2,26 м. Улаштування дамб первинного обвалування передбачено однією ділянкою, периметр якої складає 1617 м, площа – 10 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 600 000 м<sup>3</sup>. Основна забруднююча речовина: *аміак*;

**гiдровiдвал №12в** являє собою дві відособлені ділянки, розділені каналом Лаптиш.

Територіально ділянки розташовані біля м. Кілія та Вилково. В плані територія розташована на відмітка від +0,3 до +1,6 м. Периметр першої ділянки складає 1388 м, другої – 644, площа 5,53 га. Місткість ґрунтового відвалу складає 331 800 м<sup>3</sup>. Основна забруднююча речовина: *аміак*.

**Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу** виконано за спрощеною методикою «CORINAIR» (Посібник з інвентаризації атмосферних викидів. «CORINAIR», ЕМЕП, В\_9105, п.8)

Розрахунки валових викидів (Р, т) речовин в атмосферу проводяться по формулі:

$$P = q_{NH_3} \cdot V \cdot k_{org} / 100 / k_{рик} \cdot 10^{-6} \text{ т/рік, де}$$

$q_{NH_3}$  – питома кількість аміаку, що утворюється в органічних відходах ґрунтового відвалу, г/т

$$q_{NH_3} = 240 \text{ г/т}$$

$V$  – місткість ґрунтового відвалу, т

$$V = g \cdot V \text{ т/рік, де}$$

$g$  – щільність ґрунту, т/м<sup>3</sup>

$$g = 1,6 \text{ т/м}^3$$

$V$  – місткість ґрунтовідвалу,  $m^3$

$g$  = 1,6 т/ $m^3$

$k_{орг}$  – вміст органічних відходів в ґрунті, %

$k_{орг}$  = 3 %

$k_{рік}$  – загальний час намивання ґрунту у гідровідвали, рік

$k_{рік}$  = 5,3 роки

Потужність викиду аміаку (М, г/сек) визначається по формулі:

$M = P / T / 0,0036$  г/сек, де

$T$  – час роботи джерела, год./рік

$T$  = 8760 год./рік

Початкові данні та результати розрахунку представлені у вигляді таблиці

найменування	$V, m^3$	потужність викиду	
		г/сек	т/рік
гідровідвал №6	1 785 000	0,12303	3,87985
гідровідвал №9	699 000	0,04818	1,51934
гідровідвал №12б	600 000	0,04135	1,30415
гідровідвал №12в	331 800	0,02287	0,72120

Перелік забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря, їх ГДК, класи небезпеки та валові викиди представлені в табл. 1.20.

**Таблиця 1.20 – Перелік та обсяги забруднюючих речовин, що будуть викидатися в атмосферне повітря від ґрунтовідвалів**

№ з/п	Код	Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпек	Потужність викиду	
			макси-мально разова	середньо добова		г/сек	т/рік
гідровідвал №6							
1	303	Аміак	0,2	0,04	4	0,1230	3,8798
гідровідвал №9							
1	303	Аміак	0,2	0,04	4	0,0481	1,5193
гідровідвал №12б							
1	303	Аміак	0,2	0,04	4	0,0413	1,3041
гідровідвал №12в							
1	303	Аміак	0,2	0,04	4	0,0228	0,7212

**Об'ємно-планувальне рішення:**

**Гідровідвал №6** розташований біля острова Малий Даллер та складається з двох ділянок.

Найближчий населений пункт село Кислиця знаходиться на відстані 2,5 км від споруди.

Координати джерела викиду забруднюючої речовини в атмосферу прийняті в умовній системі координат. За центр умовної (довільної) системи координат ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ) прийнято лівий нижній кут границі відвалу.

Ситуаційна карта-схема розміщення гідровідвалу з нанесеним джерелом викидів забруднюючої речовини в атмосферне повітря представлена на рис. 1.11, повністю характеризує зону впливу відвалу.

Найближча територія Ізмаїльських островів – острів Малий Даллер. Найкоротша відстань між межею острова на цій території та ділянкою **гідровідвалу №6** становить 380 м (точка 17 на рис. 1.11).

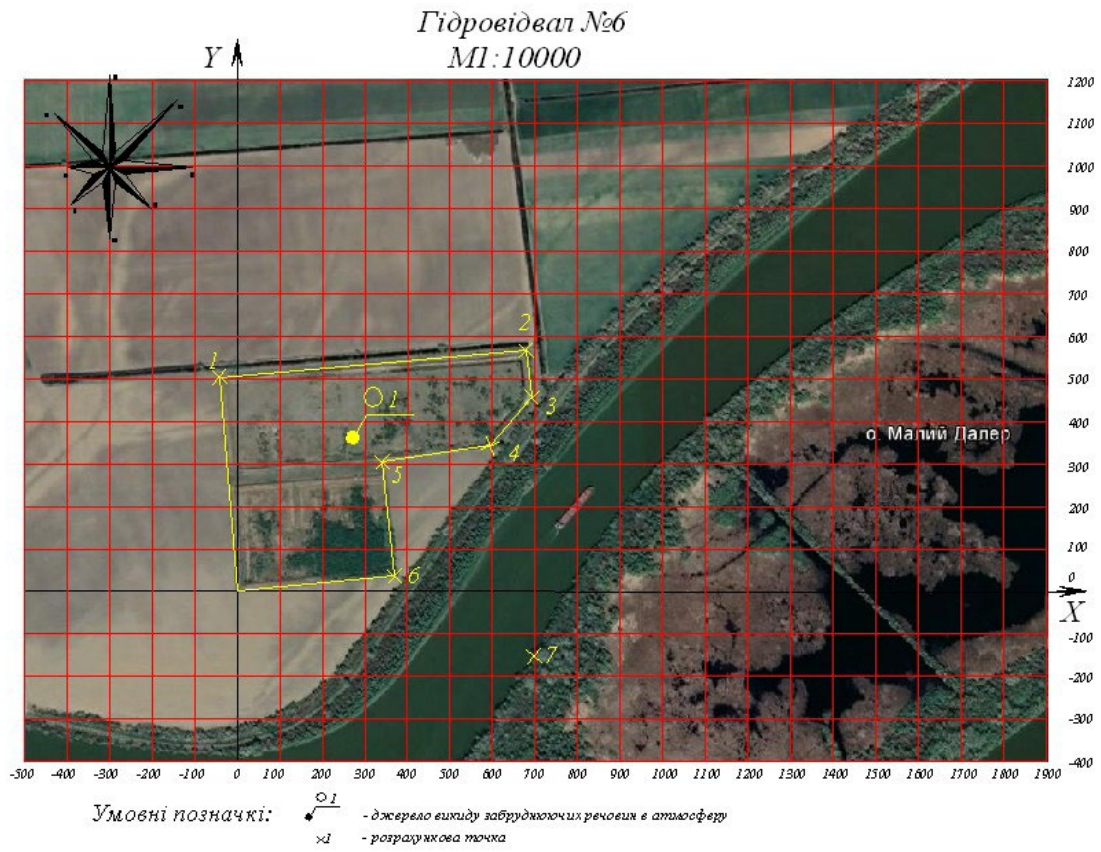
**Гідровідвал №9** розташований біля острова Великий Даллер та острова Кислицький.

Найближчий населений пункт село Кислиця знаходиться на відстані 5,8 км від споруди.

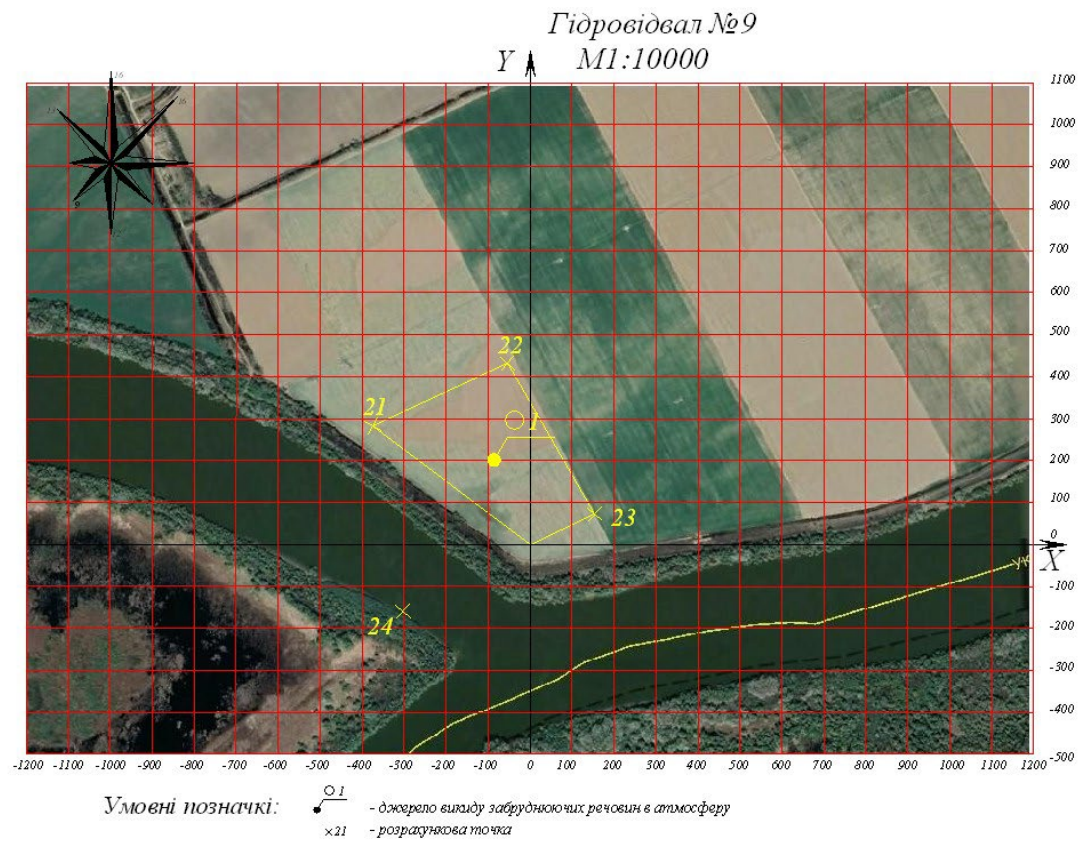
Координати джерела викиду забруднюючої речовини в атмосферу прийняті в умовній системі координат. За центр умовної (довільної) системи координат ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ) прийнято нижній кут границі відвалу.

Ситуаційна карта-схема розміщення гідровідвалу з нанесеним джерелом викидів забруднюючої речовини в атмосферне повітря представлена на рис.1.12, повністю характеризує зону впливу відвалу.

Найближча територія Ізмаїльських островів – острів острів Великий Даллер. Найкоротша відстань між межею острова на цій території та ділянкою **гідровідвалу №9** становить 300 м (точка 24 на рис. 1.12).



**Рисунок 1.11** Ситуаційна карта-схема розміщення гідровідвалу №6



**Рис. 1.12** Ситуаційна карта-схема розміщення гідровідвалу №9



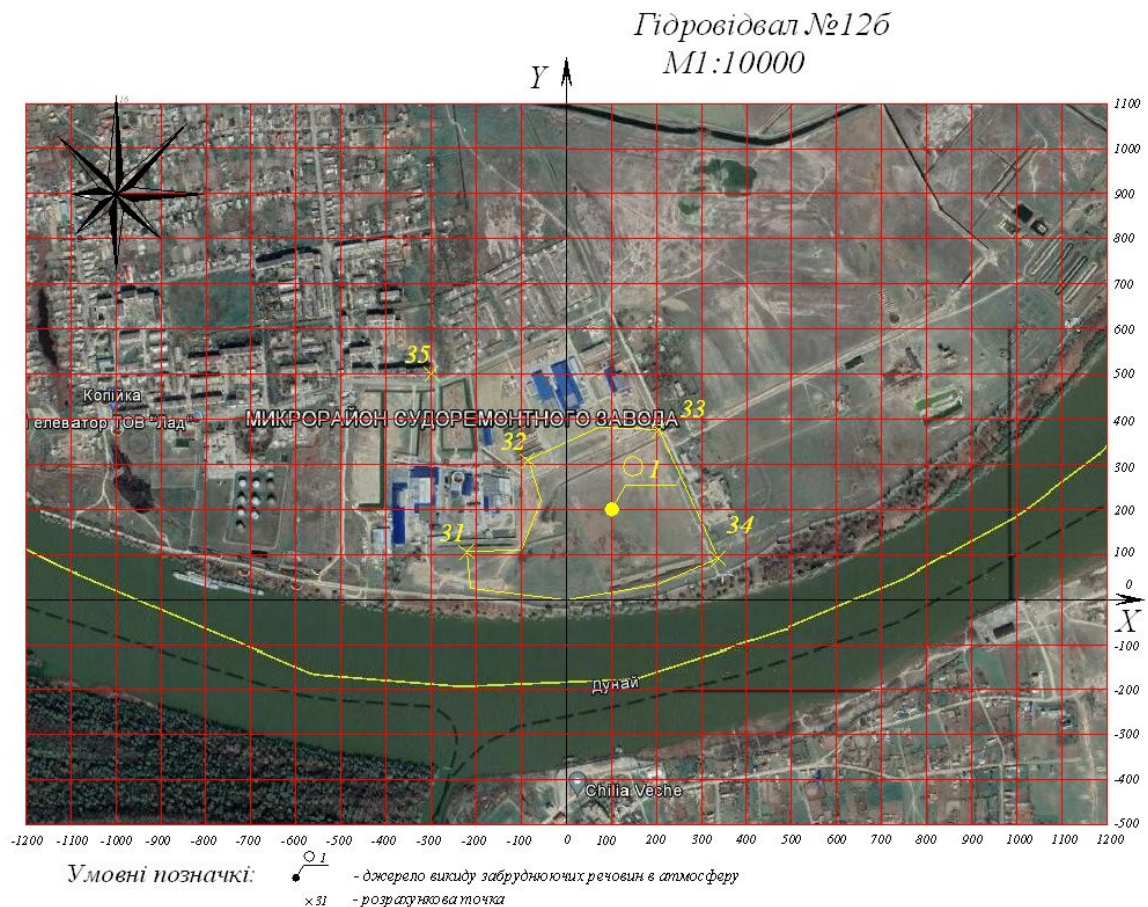
**Гідровідвал №12б** розташований біля м. Кілія. Найближа житлова зона знаходиться на відстані 400 м від споруди.

Координати джерела викиду забруднюючої речовини в атмосферу прийняті в умовній системі координат. За центр умовної (довільної) системи координат ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ) прийнято нижній кут границі відвалу.

Ситуаційна карта-схема розміщення гідровідвалу з нанесеним джерелом викидів забруднюючої речовини в атмосферне повітря представлена на рис. 1.13, повністю характеризує зону впливу відвалу.

Найближча житлова забудова – м. Кілія (вул. Тімошенко). Найкоротша відстань між межею жилої зони на цій території та ділянкою **гідровідвалу №12б** становить 400м (точка 35 на рис. 1.13).

**Гідровідвал №12в** являє собою дві відособлені ділянки, розділені каналом Лаптиш. Територіально ділянки розташовані біля м. Кілія та Вилково. Найближа житлова зона м. Кілія знаходиться на відстані 5 км від споруди. Розрахунок приземних концентрацій виконувати недоцільно, так як потужність викиду аміаку замала і біля гідровідвалу відсутні населені пункти та території із підвищеними вимогами до охорони атмосферного повітря.



**Рис. 1.13** Ситуаційна карта-схема розміщення гідровідвалу №12б

**Розрахункові умови.** Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан забруднення атмосферного повітря здійснюється за даними результатів розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в установленому законодавством порядку: на межі санітарно-захисної зони; в сельбищній зоні; в зоні відпочинку.

Гігієнічним критерієм для визначення гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферу є відповідність їх розрахункових концентрацій на межі СЗЗ гігієнічним нормативам.

Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери виконаний з допомогою автоматизованої системи розрахунку забруднення атмосфери ЕОЛ (версія 3.5), рекомендованої та погодженої Мінприроди України 15.02.96р. Розрахункові модулі системи реалізують ОНД-86.

Для аміаку фонові концентрації за межами населених пунктів прийнята рівною 0,4ГДК.

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі прийняті по даним гідрометеорологічної станції Кілія (табл. 1.21)

**Таблиця 1.21 – Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі**

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, Т, °С	35,5
Середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця (для котельних, які працюють за опалювальним графіком), Т, °С	-12,7
Середньорічна роза вітрів, %	
П	16
ПС	17
С	9
ПдС	10
Пд.	11
ПдЗ	10
З	6
ПЗ	11
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5%, $U^*$ , м/с	15

Розрахунок виконаний у довільній системі координат, з орієнтацією осі ОУ на північ.



Тип розрахункової території – території із підвищеними вимогами до охорони атмосферного повітря.

Значення коефіцієнта А, що залежить від температурної стратифікації атмосфери, прийнято рівним 200.

Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року становить – „35,4°С”, а середня температура зовнішнього повітря в самий холодний місяць – „-12,4°С”.

Розрахункові швидкості вітру прийняті рівними середньозваженій швидкості вітру ( $U_{св}$ ) –  $0,5U_{св}$ ,  $U_{св}$ ,  $1,5U_{св}$ , що лежать в інтервалі від мінімальної (0,5 м/с) до максимальної ( $U^* = 15$  м/с) швидкостей вітру, що спостерігаються у районі, де будуть розташовані гідро відвали, що проектуються.

Коефіцієнт n, що враховує вплив рельєфу місцевості на розсіювання домішок, прийнято на основі аналізу картографічних матеріалів рівним одиниці ( $n = 1$ ), тому що перепад висот у районі розташування підприємства не перевищує 50м на 1км.

Поле максимальних приземних концентрацій розраховувалось як площадок:

**гідровідвал №6** розміром 5000м×5000м із кроком 100м. Крім вузлів розрахункової сітки, рівень забруднення визначався в розрахункових точках: на межі Ізмаїльських островів – точка №17, та на межах відвалу – точки №№11-16;

**гідровідвал №9** розміром 2000м×2000м із кроком 100м. Крім вузлів розрахункової сітки, рівень забруднення визначався в розрахункових точках на межі Ізмаїльських островів – точка №24, та на межах відвалу – точки №№21-23;

**гідровідвал №12б** розміром розміром 2000м×2000м із кроком 100м. Крім вузлів розрахункової сітки, рівень забруднення визначався в розрахункових точках на межі відвалу – точки №№31-34, та на межі житлової зони – точка №35.

**Аналіз результатів автоматизованого розрахунку забруднення атмосфери** проводився шляхом визначення максимальних приземних концентрацій аміаку у вузлах розрахункової сітки і в контрольних точках на межі Ізмаїльських островів та жилої зони.

Відповідно до положень нормативних документів по жодній з речовин, що викидаються, концентрації в приземному шарі атмосферного повітря не повинні перевищувати 0,8ГДК – вимога до територій із підвищеними вимогами до охорони атмосферного повітря і 1,0ГДК – в житловій зоні. У таблиці 1.22 представлені максимальні приземні концентрації аміаку по всіх площадках:

Результати автоматизованого розрахунку представлені у Додатку Н у формі табличних документів. Карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин не представлені,

тому що максимальне значення приземної концентрації (без урахування фону) влюбій точці розрахункових площадок не перевищують 0,152ГДК.

Аналіз результатів розрахунку показав, що очікувані приземні концентрації з урахуванням фону значно нижче граничнодопустимих в будь-якій точці розрахункових площадок: гідровідвал №6 –  $Q = 0,552$ ГДК, гідровідвал №9 –  $Q = 0,512$ ГДК, гідровідвал №126 –  $Q = 0,456$ ГДК, що є допустимим.

Викиди забруднюючих речовин від гідровідвалів незначні і очікувані концентрації в приземному шарі атмосферного повітря не перевищують гранично-допустимі концентрації з урахуванням фону.

Згідно результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин викиди в атмосферу носять локальний характер і забезпечують задовільний стан навколишнього середовища в районі розміщення гідровідвалів, що проектуються.

Тобто гідровідвали, що проектуються, не викличуть змін в стані повітряного середовища Ізмаїльських островів.

**Таблиця 1.22 – Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин, що розраховуються**

Найменування забруднюючої речовини	ГДК <sub>м.р.з</sub> 0,8ГДК <sub>м.р.з</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Фонова концент- рація		Мах приземна концентрація*		Координати точки, м		Розташування точки
		доля ГДК	мг/м <sup>3</sup>	доля ГДК	мг/м <sup>3</sup>	X	Y	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>гідровідвал №6</b>								
аміак	0,2 0,16	0,4	0,08	0,141	0,023	-30	500	т.11, межа відвалу
				0,541	0,103			т.17, межа о. М.Даллер
				0,050	0,008	500	-150	
				0,450	0,088			
<b>гідровідвал №9</b>								
аміак	0,2 0,16	0,4	0,08	0,085	0,014	-50	430	т.22, межа відвалу
				0,485	0,094			т.24, межа о. В.Даллер
				0,046	0,007	-250	-200	
				0,446	0,087			
<b>гідровідвал №126</b>								
аміак	0,2 0,16	0,4	0,08	0,055	0,011	-216	105	т.31, межа відвалу
				0,455	0,091			т.35, межа жилої зони
				0,021	0,003	-300	500	
				0,421	0,083			

**Примітка.** \* - у чисельнику представлено приземні концентрації без фону, а в знаменнику – з фоном

### 1.5.5 Оцінка забруднення ґрунту та надр

Планована діяльність на усіх етапах її реалізаціями обмежується ділянками акваторії рукавів дельти Дунаю та прилеглою акваторією Чорного моря, за винятком берегових гідровідвалів ґрунтів днопоглиблення, які розташовані біля урізу води Кілійського рукава на малоцінних та невикористовуваних землях., Дренажні води з гідровідвалів відводяться до ріки.

Виходячи з цього, забруднення ґрунтів та надр на всьому етапах реалізації планованої діяльності не очікується.

### 1.5.6 Оцінка шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також випромінювання

Для розрахунку обрана точка на середині морського підхідного каналу, де у період будівництва буде зосереджена найбільша кількість потужних технічних засобів на відстані 850 м від території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ). Території, прилеглі до берегової лінії, за винятком о. Коса Пташина, характеризуються суцільним поширенням заростей очерету звичайного. Звук частково відбивається від поверхні води і поглинається заростями, що призводить до значного додаткового ослаблення акустичного впливу джерел шуму, таким чином, акустична ситуація в районі проведення робіт характеризується як сприятлива.

Забезпечення шумового режиму, що відповідає вимогам санітарно-гігієнічних норм, регламентовано ДБН В.1.1-31:2013. Оскільки найближча житлова зона знаходиться на відстані 15 км від джерел шуму, а на відстані від 850 м і далі знаходиться територія ДБЗ, критерієм оцінки зони шумового дискомфорту проектованої діяльності обрані рівні допустимого впливу шуму на території ПЗФ у відповідності до ДСН 3.3.6.037-99 (таблиця . 1.23). Оскільки роботи виконуються тільки у денний час доби, оцінку нормування шумового впливу виконано за нормами денного часу.

**Таблиця 1.23 – Допустимі рівні шуму та території об'єктів ПЗФ**

Об'єкт нормування	Еквівалентний рівень шуму, дБА		Максимальний рівень шуму, дБА	
	з 7 до 23 год	з 23 до 7 год	з 7 до 23 год	з 23 до 7 год
Території заповідників і заказників	25	20	25	20

Для проведення розрахункових оцінок проводилося виділення найбільш значущих, з точки зору шумового впливу джерел, що визначають розмір зони впливу даного фактору.

Основні джерела акустичного впливу на ділянці реконструкції та їх акустичні характеристики, визначені за відповідними аналогами, наведені в таблиці 1.24.

**Таблиця 1.24 – Акустичні характеристики основних джерел акустичного впливу на ділянці реконструкції**

№	Джерело звуку	Аналог	Характеристики	Рівень звуку $La_0$ , дБА (еквівалентний рівень звуку)
1	Кран гусеничний	РДК 25 дизель+лебідка	в/п 25 т	73
2	Плавкран	Судна технічного флоту	в/п 16 т	< 59
3	Водолазна станція на самохідному боті	Компресор Атмос РД-51	110 кВт	72
4	Буксир	Буксири	294 кВт	< 57
5	Самохідна баржа	Вантажні судна	в/п 250 т	< 55

Для підсумовування рівнів звукового тиску різних джерел використовуємо метод відносних часток, сутність якого полягає в наступному: виписують рівні, створювані в точці вимірювання окремо кожним з  $n$  джерел, в порядку спадання послідовності  $L_1 > L_2 > \dots > L_n$ . Приймається, що джерело  $L_1$  вносить до сумарного рівня частку, рівну 1. Потім по різниці рівнів  $L_1 - L_2$  визначається частка другого джерела, а по цій частці – і добавка  $\Delta L$ . Сумарний рівень шуму від джерел  $L_1$  і  $L_2$  при одночасній роботі визначають за формулою:

$$L_{\Sigma} = L_1 + \Delta L.$$

Далі вважаємо, що отриманий сумарний рівень  $L_{\Sigma}$  вносить свою частку, рівну 1, і описаним вище способом визначаємо долю наступного джерела. Таким чином визначається сумарний рівень всіх  $n$  джерел.

При розрахунку шумового забруднення під час реконструкції огорожувальної дамби було прийнято, що одночасно працює кран гусеничний (73 дБА) та плавкран (57 дБА), крім того застосовується дизель-електростанція (74 дБА).

Значення  $\Delta L$  в залежності від різниці  $L_1 - L_2$  визначається за табл. 1.25.

У нашому розрахунковому випадку різниця між найбільш потужними джерелами становить 1 дБА, відповідно, збільшення складе 2,5 дБА, а сумарний рівень шуму від цих двох джерел – 76,5 дБА:

$$74 - 73 = 1, \quad \Delta L = 2,5, \quad L_{\Sigma} = 74 + 2,5 = 76,5 \text{ дБА}$$

Таблиця 1.25 – Знаходження величини  $\Delta L$ , дБ

Різниця двох рівнів, що складаються $L_1 - L_2$	Добавка до більш високого рівня $\Delta L$	Різниця двох рівнів, що складаються $L_1 - L_2$	Добавка до більш високого рівня $\Delta L$
0	3.0	6	1.0
1	2.5	7	0.8
2	2.0	8	0.6
3	1.8	9	0.5
4	1.5	10	0.4
5	1.2	15	0.2
		20	0

Далі визначаємо сумарний рівень шуму від трьох джерел:

$$76,5-57=19,5, \Delta L=0,1, L_{\Sigma}=76,5+0,1=76,6 \text{ дБА}$$

Рівень звуку  $L_A$  в дБА в розрахунковій точці на межі заповідної території ДБЗ визначаємо за ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013:

$$L_A = L_{A0} - 15 \cdot \lg(r) + 10 \cdot \lg \Phi - 10 \cdot \lg \Omega - \Delta L_{A \text{ пов}} - \Delta L_{A \text{ екр}} - \beta_{A \text{ зел}} \cdot l,$$

де  $L_{A0}$  – шумова характеристика джерела шуму в дБА,

$r$  – відстань від розрахункової точки до акустичного центра джерела шуму, м;

$\Phi$  – коефіцієнт спрямованості випромінювання шуму джерелом в напрямку розрахункової точки, безрозмірний; приймається за даними технічної документації на джерело або визначається експериментально (для джерел з рівномірним в усіх напрямках випромінюванням або за відсутності даних приймають  $\Phi=1$ );

$\Omega$  – просторовий кут, в який випромінюється шум даного джерела; визначений відповідно до таблиці 1 ДСТУ-Н Б В.1.1-35 ( $\Omega=4\pi$ );

$\Delta L_{A \text{ пов}}$  – затухання звуку в атмосфері, дБА; визначається згідно рисунка 9 стор. 25 ДСТУ-Н Б В.1.1-35 (консервативно приймаємо рівним 0);

$\Delta L_{A \text{ екр}}$  – величина зниження рівня звуку (еквівалентного рівня звуку) екраном, розташованим між джерелом шуму і розрахунковою точкою, дБА;

$\beta_{A \text{ зел}}$  – величина зниження рівня звуку (еквівалентного рівня звуку) смугами зелених насаджень, дБА/м;

$l$  – ширина смуги зелених насаджень, м.

Розрахунок для  $\Delta L_{A \text{ екр}}$  та  $\beta_{A \text{ зел}}$  не проводився, оскільки на шляху розповсюдження звуку від джерел шуму відсутні штучні та природні елементи рельєфу місцевості (горби, насипи), здатні відіграти роль екрану, а також відсутні зелені насадження, які знижують рівень

шуму (рослинні зарості знаходяться вже на заповідній території). Таким чином, рівень звуку  $L_A$  в розрахунковій точці на віддалі 850 м від джерела шуму складає:

$$L_A = 76,6 - 15 \cdot \lg(850) + 10 \cdot \lg(1) - 10 \cdot \lg(4 \cdot 3,14) = 21,67 \text{ дБА.}$$

Таким чином, за результатами розрахунків в період реконструкції огорожувальної дамби наднормативний акустичний вплив на територію заповідної зони ДБЗ відсутній.

У складі машинного парку, який використовуватиметься в період реконструкції, відсутні джерела, що генерують небезпечні для людей та тварин електричні та електромагнітні поля.

### **1.6 Оцінка за змінами гідрологічних параметрів рукавів та переднього краю дельти**

Внаслідок проведення днопоглиблювальних робіт та будівництва гідротехнічних споруд змінюються морфометричні параметри русл рукавів та зони морського бару по трасі ГСХ. Це, у свою чергу, призводить до змін швидкостей водних потоків, рівнів води у рукавах, Льодового режиму, глибини проникнення у рукави клину солоних вод, перерозподілу витрат між рукавами дельти. В умовах дельти Дунаю ці зміни не тільки впливають на стан водних та прибережноводних біоценозів, але можуть спричинити вплив на водний режим великих територій островів дельти і навіть до змін процесів її еволюції.

**Умови проходження льодоходу** за прогнозними оцінками Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії завдяки планованій реконструкції споруд МПК імовірно зазнають таких змін:

- ефект зменшення швидкостей течії, характерний при впадінні природного річного потоку в море, буде мінімальним в умовах потоку, стиснутого двома паралельними дамбами, а швидкості течії будуть зберігатися на всій протяжності МПК;
- в результаті збереження швидкості течії потоку, умови проходження плавучого льоду по акваторії МПК стануть більш сприятливі для його швидкого виносу у відкрите море;
- внаслідок проведення днопоглиблювальних робіт на мілководній баровій ділянці зменшиться імовірність виникнення заторів льоду в гирлі рукава Бистрий.

Таким чином, при рівних вихідних кліматичних умовах майбутніх зим, реалізація планованої діяльності з реконструкції ГСХ Дунай-Чорне море покращить умови проходження

льоду по морському підхідному каналу та зменшить імовірність виникнення небезпечних ситуацій, пов'язаних з заторами льоду.

Крім того, в певних вітро-хвильових та погодних умовах ліва та права дамби МПК можуть служити захистом від дрейфуючого вздовж узбережжя дельти Дунаю морського льоду.

**Інтенсивність процесу проникнення солоних вод** залежить від морфології гирлового узмор'я, фази водного режиму річки, дії вітру, а також від градієнту щільності на межі річкових та морських вод.

На сучасній стадії розвитку гирлової області Дунаю процеси дельтоутворення ведуть до зменшення ймовірності інтрузії морських вод. Відмирання дрібних водотоків, зосередження стоку в великих рукавах і формування у їх гирлах мілководних барів стають перешкодами на шляху проникнення осолонених вод в дельту.

Еволюція рукава Бистрий може бути прикладом таких змін. У 50 році глибини на барі рукава складала більш 3,0 метрів, а солоні води спостерігались в придонних горизонтах русла на відстані до 10 км від моря. Таким чином, на той час солоні води могли проникати практично по всій довжині рукава. Активний розвиток рукава Бистрий привів до того, що до 2000 року його стік збільшився більш ніж вдвічі, а максимальні глибини на барі зменшились до 1,2 м. Внаслідок цього, до початку в 2004 р. днопоглиблювальних робіт по створенню МПК ГСХ Дунай – Чорне море, проникнення морських вод в рукав Бистрий не спостерігалось.

Отже, водогосподарські заходи щодо безповоротного вилучення водного стоку, а також днопоглиблювальні роботи у гирлах рукавів дельти є основними антропогенними факторами, які викликають (при інших рівних умовах) збільшення повторюваності та дальності проникнення солоних вод. Прикладами таких змін у дельті Дунаю є гирла рукавів Сулінського та Прорви, які у минулому неодноразово поглиблювалися з метою покращення умов транзитного судноплавства на ділянці "річка-море".

Знання про дальність проникнення солоних вод в дельту Дунаю, а також про повторюваність, цього явища дуже важливі з екологічної точки зору. Особливе значення ця інформація набуває при проведенні оцінки можливого впливу на навколишнє природне середовище в транскордонному аспекті проекту реконструкції ГСХ Дунай-Чорне море. Основні параметри процесу інтрузії солоних вод можуть бути отримані як теоретичними так і емпіричними методами.

Дослідження процесу проникнення солоних вод, проведених Дунайською ГМО в період 1982-1993 рр. дозволили отримати якісні та приблизні кількісні характеристики цього складного явища. Встановлено, зокрема, що в той період вторгнення солоних вод в найбільш великі рукави (Бистрий, Старостамбульський) не спостерігається навіть в межень і при

значному нагоні. Водночас на малих рукавах, таких як Білгородський, Средній, Заводнінський, відзначались випадки, коли рукава були заповнені водою солоністю 12‰ і в них спостерігались зворотні течії з швидкістю 0,25-0,30 м/с. Характерною особливістю у розподілі солоності по довжині цих рукавів є той факт, що збільшення солоності часто відбувається в центральних ділянках рукавів. Це пов'язано, мабуть, з проникненням сюди солоних вод через плавні і є непрямим свідченням того, що внутрішньодельтові водойми, що розташовані поблизу від морського краю дельти, також схильні до осолонення. Солоні води, що потрапляють в дельту через гирла малих рукавів, не проникають вище їх витоків, оскільки суміжні з ними рукави (Кілійський, Старостамбульський) мають у десятки і навіть у сотні разів більшу водність та є потужними природними бар'єрами на шляху солоних вод.

Випадки вторгнення солоних вод спостерігаються і на більш великих рукавах Кілійської дельти, таких як Потаповський, Гнеушев, Циганський та ін. Довжина кожного з цих рукавів не перевищує 3-5 км і в межень при значних нагонах вони бувають повністю заповнені водою солоністю 10‰. При цьому цікавими особливостями відрізняється процес проникнення солоних вод в суміжні рукава Потаповський та Гнеушев. Згідно спостереженням, проведеним у 1983-1984 рр., тут при сильному північно-східному вітрі води узмор'я прямують у гирло рукава Потаповського, доходять до вузла розгалуження рукавів Потаповський — Гнеушев і потім, внаслідок збільшення підпору з боку річкових вод, потрапляють в рукав Гнеушев. В таких умовах спостерігається характерний розподіл солоності по довжині рукавів: в рукаві Потаповськом солоність зменшується від гирла до витоків, а в Гнеушевому, навпаки, зростає. Зворотна картина відмічалася при сильному південно-східному вітрі: тоді солоні води проникають в рукав Гнеушев і через нього в Потаповський.

Слід зазначити також і інший бік розвитку процесу проникнення солоних вод в систему суміжних, але по-різному орієнтованих рукавів дельти: різний підпор з боку моря в умовах нагону призводить до тимчасового перерозподілу стоку на користь рукава з великими ухілами водної поверхні. Тим самим стимулюється вторгнення солоних вод в рукав, що зменшив стік, і, навпаки, посилюється протидія річкових вод проникненню солоних вод в суміжний рукав.

Інтенсивне проникнення осолонених вод спостерігалось 21 червня 1989 р. в рукаві Циганський. Тоді при східному північно-східному вітрі до 17 м/с зворотні течії займали весь водний перетин рукава, а виміряна витрата солоних вод склала 26 м<sup>3</sup>/с при середній швидкості зворотної течії 0,13 м/с. Однак і в цьому випадку дальність проникнення солоних вод була обмежена довжиною рукава Циганський (3 км).

Таким чином, наявні дані свідчать про те, що в природних умовах найбільша дальність проникнення солоних вод в дельту Дунаю спостерігається на малих рукавах і не перевищує 13,5 км. По більшим, що знаходяться в природному стані рукавам, солоні води проникають в



дельту на 3-5 км і, нарешті, можливість вторгнення морських вод в рукава Бистрий та Старостамбульський на початок 90 років можливо було припустити тільки в умовах поєднання екстремального нагону та дуже низької межні (забезпеченістю 97-99%).

Поглиблення рукавів Сулінського та Прорви і їх барів створило умови для збільшення дальності проникнення солоних вод в ці рукави. Згідно спостереженням, проведеним в румунської частині дельти Дунаю, для Сулінського рукава критичною є витрата води у вершині дельти 5200 м<sup>3</sup>/с. Коли витрати Дунаю знижуються нижче критичних, води Чорного моря проникають в русло Сулінського рукава. Виміри показали, що при витраті води у вершині дельти рівній 1500 м<sup>3</sup>/с дальність проникнення солоних вод в Сулінський рукав складає більше 20 км.

Можливості для вторгнення солоних вод в дельту Дунаю через штучно поглиблений рукав Прорва більш обмежені, ніж через Сулінський рукав. Це обумовлено меншою глибиною і довжиною Прорви, а також значно складнішою (порівняно з Сулінським рукавом) структурою руслової мережі Очаковського рукава, в який входить і рукав Прорва. Аналіз матеріалів спостережень дозволяє зробити висновок, що при водності Дунаю, близькою до середньої багаторічної (6500 м<sup>3</sup>/с), дальність проникнення солоних вод по рукаву Прорва не перевищує 2 км навіть при значних (30-40 см) нагінних підвищеннях рівня на узмор'ї. Водночас в умовах меженого стоку солоні води можуть проникати на більш значні відстані від гирла. Так, при нагоні 20 вересня 1983 р., води солоністю 12-14‰ спостерігались в Очаківському рукаві на віддаленні більше 10 км від гирла Прорви, а найбільша дальність проникнення осолонених вод складала в той же день біля 12 км. При цьому витрата води Дунаю у вершині дельти (3200 м<sup>3</sup>/с) була близькою до середньої багаторічної витрати літньо-осінньої межні, а максимальна величина нагону на водомірному посту Прорва склала 45 см.

Детальний аналіз матеріалів спостережень за проникненням морських вод в суднохідний рукав Прорва свідчить, що за роки спостережень спеціалістами Дунайської ГМО було проведено 104 зйомки поздовжнього розподілу температури та солоності води і зафіксовано 69 випадків проникнення морських вод. Встановлено, що регулярні появи клину солоних вод відбувалися, в основному, в період літньо-осінньої межні, коли витрата води в рукаві Прорва зменшувалась до 300-400 м<sup>3</sup>/с. Крім того, виявилось, що при витратах менш 300 м<sup>3</sup>/с коливання стоку води не впливають на дальність розповсюдження осолонених вод в рукав, а головним фактором, який керує цим процесом, стає вітровий режим над гирловим узмор'ям Дунаю.

Результати досліджень, отримані при вивчанні процесу проникнення морських вод в рукав Прорву, виявлені закономірності і особливості цього явища можуть бути з великим ступенем достовірності використані для складання прогнозу змін частоти і відстаней

проникнення морської води в русло рукава Бистрий при поглибленні його бару. При цьому зроблені наступні висновки:

- при поглибленні бару до 5 м проникнення морських вод в рукав Бистрий імовірно відбуватиметься лише під час вітрових нагонів у період низької межені; довжина клину повністю визначатиметься тривалістю і силою вітру;

- при поглибленні бару до 7 м проникнення морських вод в рукав може відбуватися в січні-лютому та серпні-листопаді; дальність проникнення осолоненої води імовірно може складати від 2 до 5 км без врахування екстремальних нагінних ситуацій.

- поглиблення бару до 9 м приведе до стійкого проникнення морських вод в рукав протягом більшої частини року; довжина клину осолонених вод буде змінюватися від 2,5-3 км у повноводні до 5 км у маловодні роки. При загальній довжині рукава біля 9 км більша його частина буде знаходитися під постійним впливом морських вод.

- поєднання сезонів меженого стоку та періодів найбільшої повторюваності вітрів зі східною складовою буде сприяти нагінному проникненню морських вод в рукав Бистрий; довжина клину осолонених вод при витраті води в рукаві порядку  $500 \text{ м}^3/\text{с}$  і менше буде знаходитися під виключним впливом вітрового режиму; при екстремальних нагонах вона може збільшуватися у 2-3 разів, склавши 12-18 км. При цьому клин осолонених вод вийде з рукава Бистрий і потрапить в рукав Старостамбульський.

Прогнозування змін гідрологічного режиму є дуже складною задачею, вирішення якої можливе тільки шляхом математичного моделювання. Оскільки зазначені впливи планованої діяльності можуть мати значні транскордонні наслідки, результати здійсненого комплексу модельних розрахунків наведені у розділі 9, присвяченому оцінці транскордонного впливу.

### **1.7 Оцінка за обсягами днопоглиблювальних робіт у експлуатаційний період**

У період експлуатації періодично виникатиме потреба у відновленні проєктних глибин у морському підхідному каналі та в межах перекатів у Кілійському рукаві. Ці роботи на різних ділянках суднового ходу виконуватимуться у різні терміни, залежно від потреб забезпечення безпеки судноплавства по трасі ГСХ. Характеристика основних факторів прямого впливу, що спричинятиметься при проведенні цих робіт та розрахункові середньорічні обсяги ремонтних днопоглиблювальних робіт наведені у таблиці 1.26.

**Таблиця 1.26 – Характеристика впливів експлуатаційних днопоглиблювальних робіт після реконструкції ГСХ**

<b>Ділянки траси ГСХ</b>	<b>Фактори впливу</b>	<b>Кількісна характеристика факторів впливу</b>
<b>1. Ділянка русла від Рені до Вилкового</b>	Зміни рельєфу дна	Виїмка ґрунту – 800000 м <sup>3</sup> /рік
	Складування ґрунтів днопоглиблення у берегові гідровідвали	Складування ґрунту 760000 м <sup>3</sup> /рік
	Надходження у воду завислих та розчинених забруднюючих речовин з донних відкладень	Втрати ґрунту 40000 м <sup>3</sup> /рік
<b>2. Ділянка русла від Вилкового до моря</b>	Зміни рельєфу дна	Виїмка ґрунту – 100000 м <sup>3</sup> /рік
	Надходження у воду завислих та розчинених забруднюючих речовин з донних відкладень	Втрати ґрунту при днопоглибленні 5000 м <sup>3</sup> /рік
<b>Разом у річковій частині ГСХ</b>	Зміни рельєфу дна	Виїмка ґрунту – 900000 м <sup>3</sup> /рік
	Складування ґрунтів днопоглиблення у берегові гідровідвали	Складування ґрунту 760000 м <sup>3</sup> /рік
	Надходження у воду завислих та розчинених забруднюючих речовин з донних відкладень	Втрати ґрунту 45000 м <sup>3</sup> /рік
<b>3. Морська частина</b>	Зміни рельєфу дна	Виїмка ґрунту – 500000 м <sup>3</sup> /рік.
	Дампінг ґрунтів днопоглиблення у морський гідровідвал	Складування донних відкладень у кількості 450000 м <sup>3</sup> /рік
	Надходження у воду завислих та розчинених забруднюючих речовин з донних відкладень	Втрати ґрунту при днопоглибленні та дампінзі – 50000 м <sup>3</sup> /рік

## 2. ОПИС ВИПРАВДАНИХ АЛЬТЕРНАТИВ

### 2.1 Опис раніше розглянутих альтернатив планованої діяльності географічного характеру та основних причин обрання траси ГСХ Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти рукавом Бистрий

Розквіт судноплавства на радянському ділянці Дунаю припав на 1980-і роки. Тоді вже функціонував порт Усть-Дунайськ, одночасно працював і канал через бар Прорви з виходом у Очаківський рукав. Радянське Дунайське пароплавство активно здійснювало внутрішньосоюзними і міжнародні перевезення вантажів. До 1990 р вантажообіг на гирловій ділянці Дунаю становив в порту Рені 10.7, Ізмаїлі 8.1, Усть-Дунайську 7.5 млн.т/рік (таблиця 2.1)

**Таблиця 2.1 – Вантажообіг основних портів на «морській» ділянці Дунаю, млн. т/рік)**

Порт	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000
Браїла	0.428	1.025	2.259	2.763	1.898	1.086	0.882
Галац	0.276	0.599	2.834	11.543	9.784	7.931	8.098
Рені	1.202	3.158	9.872	12.036	10.666	2.527	1.122
Тульча	-	-	0.597	-	1.076	0.915	1.281
Ізмаїл	0.796	3.104	6.574	9.311	8.052	3.870	3.637
Кілія		-	0.530	0.661	1.018	0.139	0.019
Усть- Дунайск		*	*	0.845	7.499	1.373	0.590
Сума	2.702	7.886	22.666	37.159	39.993	17.841	15.629

Примітка. Прочерк - відсутність даних.  
\* У зазначені роки порту Усть-Дунайськ ще не було.

З розпадом СРСР і погіршенням економічної ситуації в Україні судноплавство стало відчувати великі труднощі. Обміління бару Прорви в середині 1990-х років ще більше ускладнило роботу водного транспорту. В результаті обсяги вантажоперевезень, здійснюваних Українським Дунайським пароплавством, і вантажообіг українських портів на Дунаї різко скоротилися. У ситуації, що склалася Україна робить активні дії, спрямовані на вирішення питання про створення власного глибоководного суднового ходу (ГСХ) з Дунаю в Чорне море.

Питання про створення власного ГСХ Дунай – Чорне море активно обговорювалося в Україні більше 20 років. Поштовхом до початку дискусії послужила втрата в 1993 р суднового ходу через рукав Прорву. Практично всі учасники дискусій біли згодні з тим, що Україна

повинна мати національний судновий хід з Дунаю в Чорне море, який став би частиною міжнародного транспортного коридору, що проходить через території придунайських країн. Підкреслювалося важливе політичне і соціально-економічне значення створення ГСХ.

Питання про мінімізацію антропогенного навантаження на природний комплекс дельти Дунаю зводився до оптимального вибору рукава для організації суднового ходу.

На початку 21 століття за результатами докладного гідролого-морфологічної та екологічного аналізу різних варіантів суднового ходу, а також результати комплексних досліджень гідрологічних процесів в дельті Дунаю за останні 50 років, біло прийнято урядове рішення по створенню ГСХ на українській ділянці дельти Дунаю через рукав Бистрий.

Фактично створення глибоководного суднового ходу Дунай - Чорне море через рукав Бистрий – це відновлення судноплавства через рукав Бистрий, котре існувало до 1958р. [Ллоцманська карта ріки Дунай від гирла до міста Рені, М 1: 25000, №971, УНГС ВМФ, 1956 р.]

Отже, судноплавство по рукавам Кілійської дельти у регіоні Придунав'я є одним з основних традиційних видів діяльності на протязі всього ХХ століття, який кілька останніх десятиліть супроводжувався проведенням значних обсягів днопоглиблювальних робіт. Зважаючи на це, відмова від будь-якої діяльності по підтриманню судноплавства на українській ділянці дельти Дунаю призведе до занепаду дуже важливих складових транспортно-промислового комплексу Придунав'я, зuboжіння населення і, вочевидь, не може розглядатися як „нульовий” варіант діяльності, який становив би альтернативу проектам відновлення судноплавства на українській ділянці дельти Дунаю. Насправді це є „мінусовий” варіант, який обнуляє традиційний і сталий розвиток регіону Придунав'я. Аналіз усіх запропонованих до цього часу варіантів відновлення сприятливих умов судноплавства у Кілійській дельті свідчить про неможливість досягнення цього без регулярного технічного втручання. Навіть варіанти з'єднання траси по Кілійському рукаву з морем шлюзованими каналами не є панацеєю, оскільки передбачають проведення регулярних днопоглиблювальних робіт у самому Кілійському рукаві та в районі виходу шлюзованого каналу в море. **Виходячи з цього, „нульовим” варіантом має бути визначено відновлення суднового ходу по рукавам Очаківському і Прорві, як останнього з експлуатованих у Придунав'ї суднових ходів у напрямку Дунай – Чорне море.**

Таким чином, після одержання незалежності відновлення власного глибоководного суднового ходу для України стало однією з найактуальніших задач геополітичного та економічного значення, без рішення якої Україна остаточно втратить одну з гілок транспортного коридору, а судноплавний зв'язок Дунаю з Чорним морем буде повністю обмежений румунськими судноплавними каналами. Таке становище здатне викликати великі

економічні втрати не тільки для України, але й для країн Європи, в першу чергу придунайських.

Враховуючи ключове геополітичне місцезнаходження України в Євро-Азійському регіоні на перехресті найкоротших транспортних шляхів, урядом була затверджена програма створення і функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів.

Пріоритетним коридором є МКТ №7 (Рейн – Майн – Дунай), який включає порти Ізмаїл, Рені, Усть-Дунайськ. Наявність такої потужної водної артерії, як Кілійський рукав, є передумовою створення поєданого з цим коридором суднового ходу на українській частині дельти р. Дунай з гарантованими глибинами виходу суден у море.

Міжнародне співтовариство зацікавлене у реалізації розглядуваних транспортних зв'язків. Їх інтерес продиктовано, перш за все, економічними міркуваннями, які обумовлені скороченням шляху доставки вантажів з Європи до країн Близького Сходу, Північної Африки та навпаки та можливістю для зменшення вартості суднопроходів по Дунаю.

Для України ГСХ у стратегічному відношенні – це збільшення воєнної, паливно-енергетичної та торгово-економічної незалежності.

У соціальному плані створення ГСХ дозволяє забезпечити зайнятість населення регіону та підвищення його рівня життя.

При виборі траси глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море (ГСХ) було розглянуто більше 10 варіантів, пророблених на рівнях ТЕО та проектних пропозицій. Розглянуті варіанти охоплювали практично усі можливі способи забезпечення судноплавства в українській частині дельти Дунаю та передбачали використання як існуючих рукавів, так і штучних судноплавних каналів. Всі розроблені варіанти трас суднового ходу включають ділянку русла Дунаю та Кілійського рукава від порту Рені до порту Кілія і, повністю або частково, ділянку Кілійського рукава між портом Кілія і портом Вилкове.

Вісім з розглянутих варіантів траси ГСХ на ділянці від морського краю дельти до русла Кілійського рукава охарактеризовані у табл. 2.2.

**Нульовому варіанту, який дозволяє повернутися до статус-кво, що існував на кінець ХХ століття, у таблиці відповідає варіант 3а – відновлення суднового ходу по каналу Прорва.**

Як свідчить аналіз останнього періоду експлуатації цього варіанту суднового ходу, він може розглядатися тільки як тимчасовий, оскільки Очаківська система рукавів відмирає, і підтримання необхідних навігаційних глибин вимагає постійних великих обсягів днопоглиблювальних робіт і нарощування відвалів ґрунту. Так, відновлений у 1997-1998 роках завдяки вийманню біля 4,0 млн м<sup>3</sup> ґрунту цей хід проіснував лише три місяці. Отже,

нульовий варіант внаслідок значної нестабільності параметрів становить підвищену екологічну і технологічну небезпеку.

Шість найбільш перспективних варіантів показано на рис. 2.1. Вони нанесені на карту, опубліковану в 1995 р. дирекцією заповідника Дунайські плавні, на якій зеленою штриховкою позначено територію заповідника Дунайські плавні, що склала сучасне ядро ДБЗ, а червоною – екологічно найбільш цінні території.

З рисунка виходить, що, хоч траса ГСХ по руслу рукава Бистрий перетинає ядро Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), але вона не зачіпає жодної ділянки територій, визначених на той період як найбільш цінні, чого не можна сказати про решту варіантів трас окрім варіанту 6.

Згідно з Положенням про ДБЗ, затвердженим наказом Мінприроди України 22.10.2008 р., берегова смуга вздовж рукавів Бистрий та Очаківський віднесена до зони антропогенних ландшафтів ДБЗ, що дозволяє здійснювати судноплавство по цим рукавам та виконання необхідних для його забезпечення заходів, не порушуючи природоохоронного законодавства України. Як компенсація при цьому до ДБЗ було включено верхів'я оз. Сасик та частину Джантшейського лиману (рис. 2.2).

З рис. 2.3 випливає, що всі можливі траси ХСХ в межах української ділянки дельти Дунаю зачіпають територію ДБЗ.

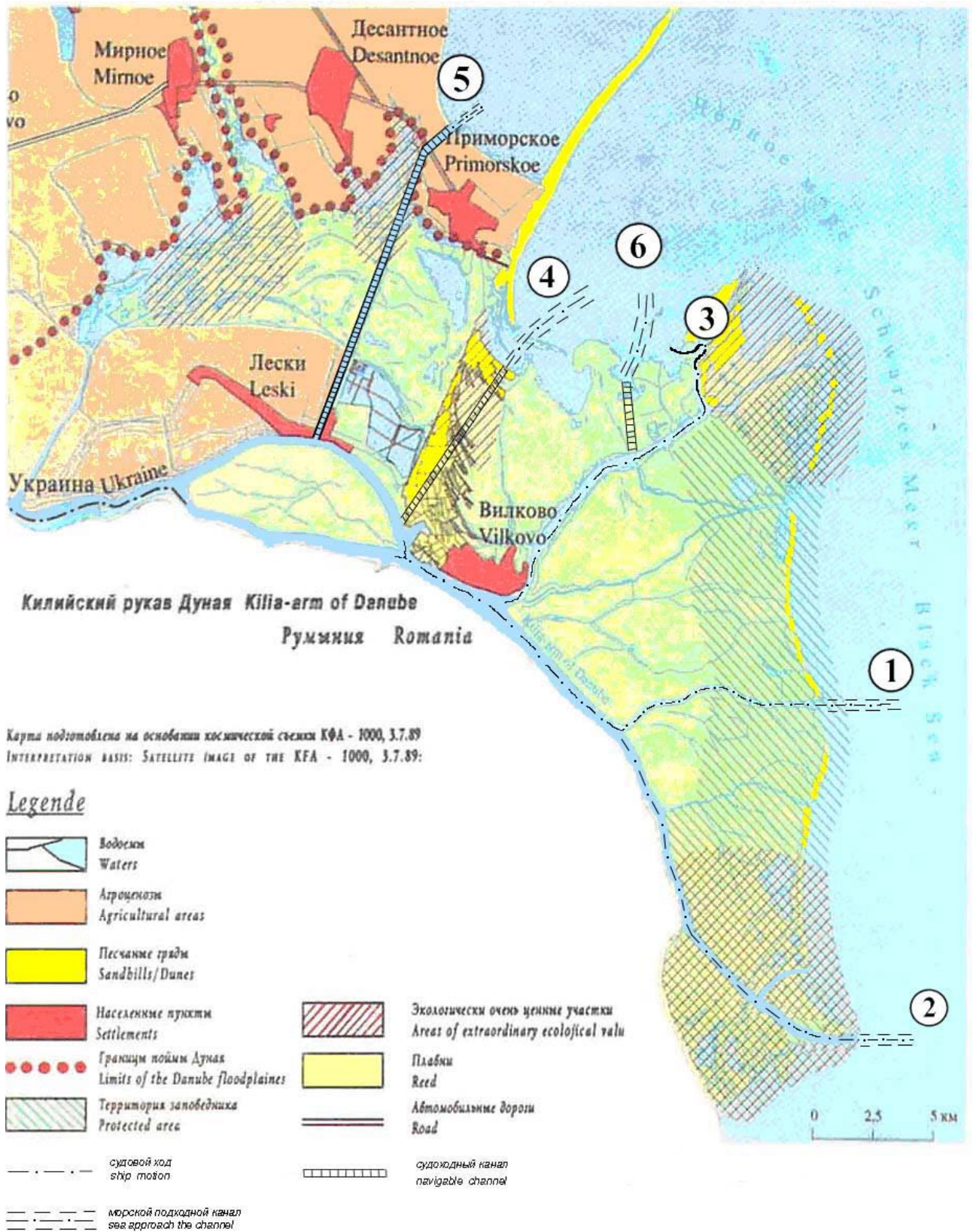
**Таблиця 2.2 – Порівняння існуючих проектних пропозицій по створенню глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти**

Найменування варіанту суднового ходу	Розрахункова осадка судна, м	Параметри в межах вторинної дельти Кілійського рукава			Переваги	Недоліки
		Обсяг виймання ґрунту, млн.м <sup>3</sup>	Обсяг ремонтного землечерпання, млн.м <sup>3</sup> /рік	Довжина штучної частини суднового ходу, км <u>на суші</u> в морі		
1. Рукав Бистрий	7,2	3,47	0,5	— 3	Мало звивисте русло з достатніми природними глибинами. Незначна швидкість нарощування дельти. Рукав Бистрий знаходиться в стадії повторної активізації.	На протязі 5 км судновий хід проходить по території заповідної зони ДБЗ. Необхідність кріплення берега на окремих ділянках. Необхідність будівництва огорожувальної дамби вздовж морського підхідного каналу.
2. Старостамбульський рукав	7,2	4,04	0,8	— 3,2	Стабільне природне широке русло з достатніми глибинами. Двостороннє судноплавство.	На протязі 5 км судновий хід проходить по території заповідної зони Дунайського заповідника і 4км по його кордону. <i>Траса перетинає ділянки абсолютно заповідного режиму (згідно з матеріалами ЮНЕСКО) в зоні островів Кубану, Лебединка, Рибачого та Курільських.</i> <i>Наявність коси, що перекрила бухту Мусура та подовжує своє висування на північ.</i> Близьке розташування від Сулінського каналу. Наповзання Старостамбульського бару на вхід Сулінського каналу. Вхід в канал через територіальні води Румунії. Необхідність розборки кам'яної дамби в заповідній зоні з застосуванням вибухівки



Найменування варіанту суднового ходу	Розрахункова осадка судна, м	Параметри в межах вторинної дельти Кілійського рукава			Переваги	Недоліки
		Обсяг виймання ґрунту, млн.м <sup>3</sup>	Обсяг ремонтного землечерпання, млн.м <sup>3</sup> /рік	Довжина штучної частини суднового ходу, км <u>на суші</u> в морі		
3. Поглиблений судновий хід по каналу Прорва	6,3	23,8	3,86	$\frac{8,8}{07}$	Канал проходить за межами заповідної зони ДБЗ. Поновлення каналу по існуючій трасі.	Очаківська система рукавів Дунаю відмирає. Великий обсяг виймання ґрунту і ремонтного землечерпання. Велика вартість будівництва. Необхідність кріплення берегу і подовження шпор.
<b>3а. «Нульовий варіант». Відновлення суднового ходу по каналу Прорва</b>	<b>4,5</b>	<b>1,3</b>	<b>3,24</b>	$\frac{8,8}{-}$	Канал проходить за межами заповідної зони ДБЗ. Поновлення каналу по існуючій трасі	<b>Обсяги виймання ґрунту і ремонтного землечерпання значно занижені, відповідно занижена і вартість. Судновий хід може розглядатися тільки як тимчасовий, тому що Очаківська система рукавів відмирає. На виході з каналу Прорва в Очаківський рукав радіус повороту 400 м замість 800 м мінімально необхідних. Відновлений у 1998 році з об'ємом виймання ґрунту біля 4,0 млн м<sup>3</sup> проіснував три місяці.</b>
4. Шлюзований канал: Соломонів рукав - Жебріянська бухта	7,2	31,8	0,3	$\frac{10}{5,8}$	Канал проходить за межами заповідної зони ДБЗ. Канал проходить за межами активної зони дельти.	Велика вартість будівництва. Великий обсяг виймання ґрунту - проблема розміщення відвалів. Відведення біля 900 га землі під будівництво каналу із знесенням лісових насаджень. Необхідність будівництва автодорожніх мостів із габаритами для проходу морських суден. Непевність режиму Жебріянської бухти - по деяким літературним даним (у роботах Ю.Д.Шуйського) – вона активно міліє. Перетинання Жебріянського “пасма”, на території якого є раритетні види і угруповання.

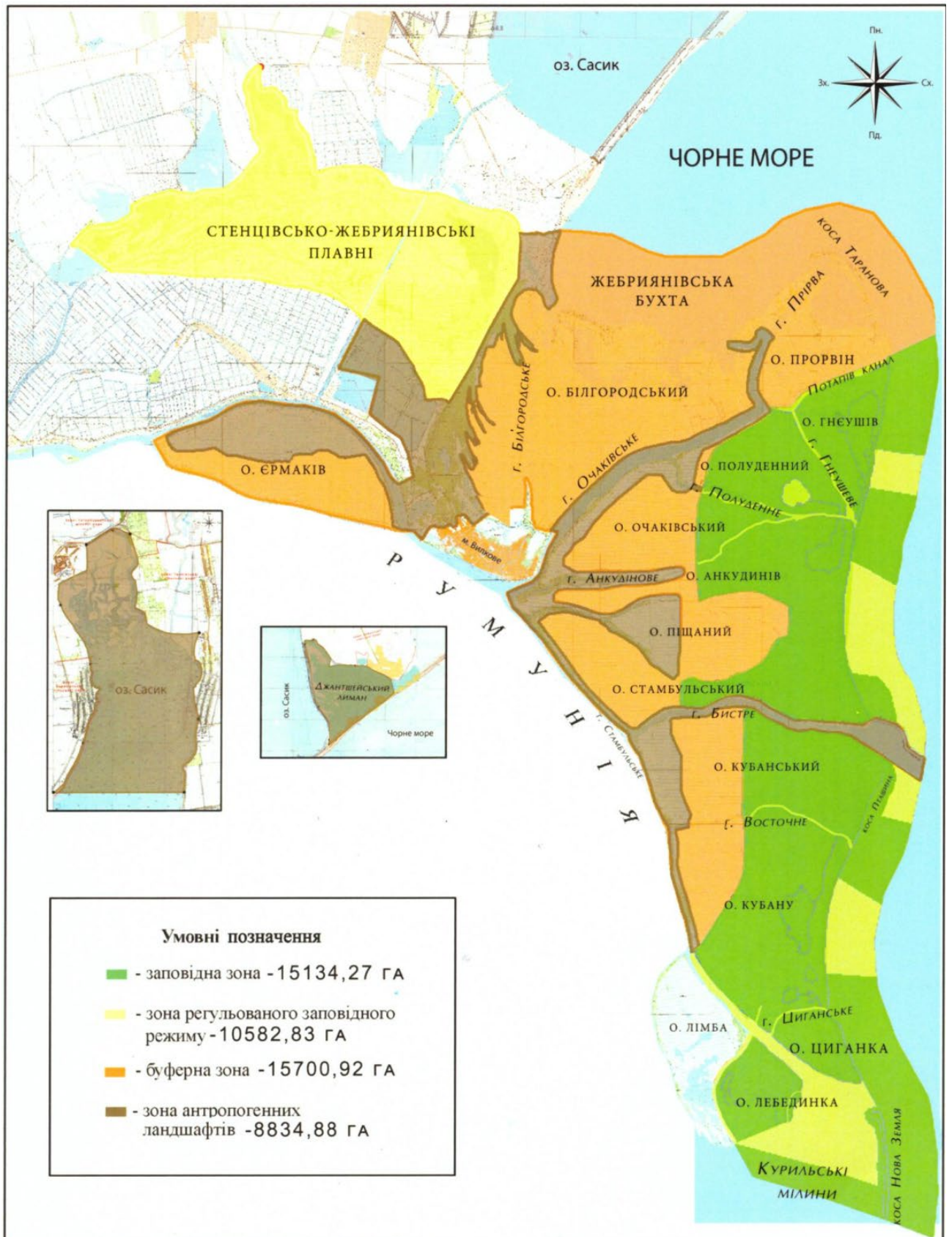
Найменування варіанту суднового ходу	Розрахункова осадка судна, м	Параметри в межах вторинної дельти Кілійського рукава			Переваги	Недоліки
		Обсяг виймання ґрунту, млн.м <sup>3</sup>	Обсяг ремонтного землечерпання, млн.м <sup>3</sup> /рік	Довжина штучної частини суднового ходу, км <u>на суші</u> в морі		
5. Шлюзований канал Соломонів рукав – оз. Сасик – Жебріяньська бухта	7,2	33,0	0,2	$\frac{20}{1,5}$	Канал проходить за межами заповідної зони ДБЗ. Канал проходить за межами активної зони дельти.	Недоліки попереднього варіанту, а також важко прогнозовані негативні впливи на екологічний стан оз.Сасик і навколишньої місцевості. Канал проходить через територію Стенцівських плавнів, включену до ДБЗ.
6. Шлюзований канал із Очаківського рукава в акваторію порту Усть-Дунайськ	6,25	11,8	1,55	$\frac{5,25}{6,75}$	Канал проходить за межами заповідної зони ДБЗ. Незначний обсяг ремонтного землечерпання	Канал виходить в акваторію порту Усть-Дунайськ, що інтенсивно заноситься. Очаківська система рукавів є відмираючою. Не забезпечується прохідна осадка суден - 7,2м. Необхідність кріплення берегу.
7. Порт Усть-Дунайськ - з'єднувальний канал - канал Прорва	5,0	1,3	1,2	$\frac{5,0}{6,75}$	Канал проходить за межами заповідної зони ДБЗ. Відновлення каналу по існуючій трасі.	Очаківська система рукавів Дунаю відмирає. Необхідність супроводу кожного судна буксиром. Необхідність створення розворотного кола в місці з'єднання з каналом Прорва. Необхідність будівництва плавучого затвора, струменеспрямовуючої дамби і берегоукріплення. Жебріяньська бухта замулюється і постійно міліє.



**Рисунок 2.1** Варіанти трас суднового ходу Дунай – Чорне море, що проходять територією Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)

1 – рукав Бистрий; 2 – рукав Старостамбульський; 3 – поглиблений судновий хід по Очаківському рукаву та каналу Прорва; 4 – шлюзований канал Солонів рукав – Жебріяньська бухта; 5 – шлюзований канал Солонів рукав – оз. Сасик – Жебріяньська бухта; 6 – шлюзований канал з Очаківського рукава до акваторії порту Усть-Дунайськ;

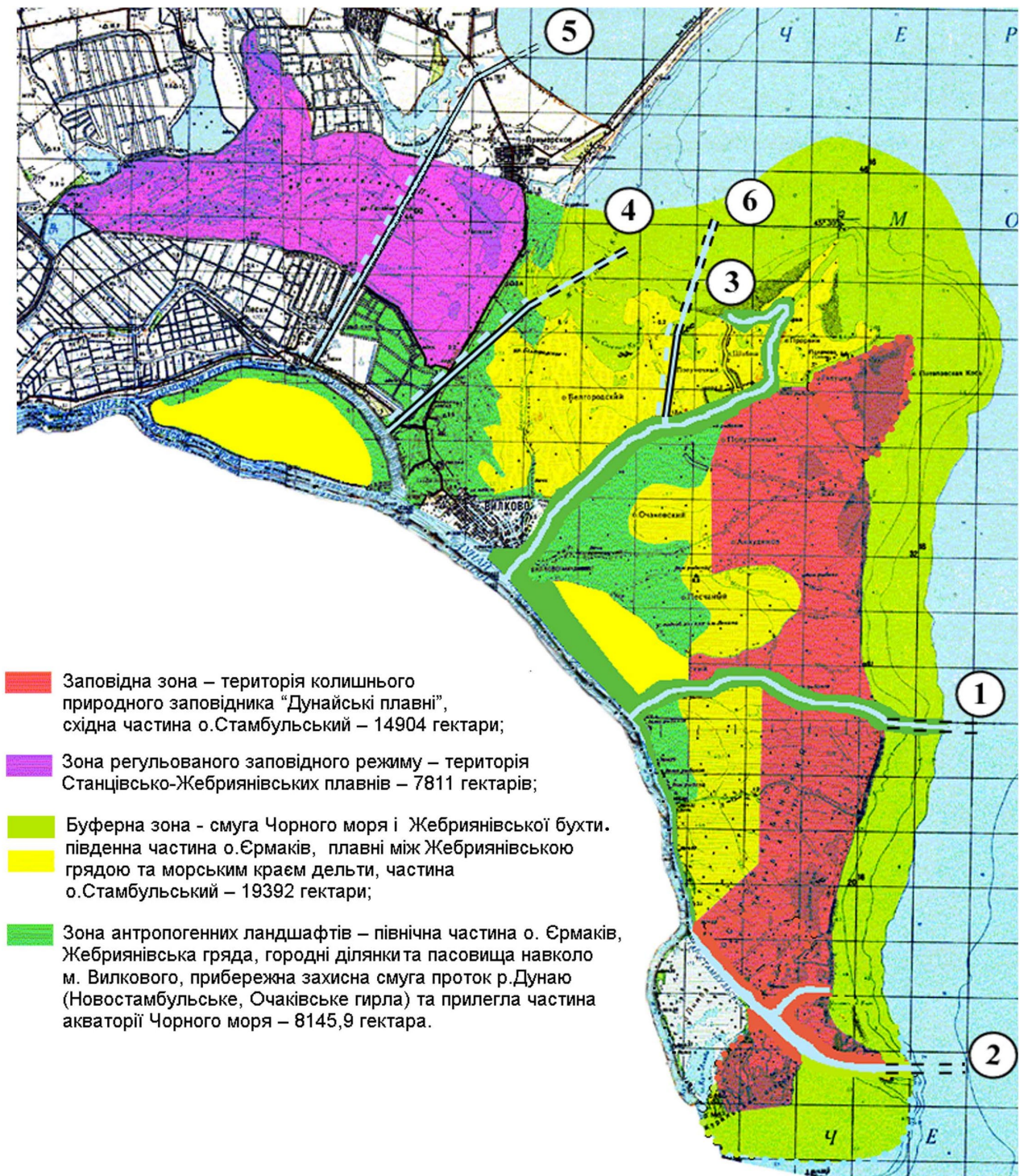




**Рисунок 2.2 Територія ДБЗ та її зонування**

На вірзці червоною лінією окреслені додаткові території, включені у ДБЗ згідно з тимчасовим зонуванням





**Рисунок 2.3. Розміщення варіантів трас суднового ходу Дунай – Чорне море, по відношенню до зон Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)**

1 – рукав Бистрий; 2 – рукав Старостамбульський; 3 – поглиблений судновий хід по Очаківському рукаву та каналу Прорва; 4 – шлюзований канал Солонів рукав – Жебріянівська бухта; 5 – шлюзований канал Солонів рукав – оз. Сасик – Жебріянівська бухта; 6 – шлюзований канал з Очаківського рукава до акваторії порту Усть-Дунайськ;

Варіант траси по рукаву Бистрий дозволяє розраховувати на довгострокову успішну експлуатацію ГСХ завдяки наявності ряду природних факторів, які відрізняють цей рукав від інших рукавів Кілійської дельти:

- уповільнене висування морського краю дельти у районі гирла рукава;
- поступове збільшення частки стоку Кілійської дельти, що проходить по рукаву;
- винесення основної маси стоку наносів з рукава за межі узмор'я;
- порівняно швидке зростання глибин моря за зоною бара.

Для більш об'єктивного вибору варіанту ГСХ було реалізовано процедуру порівняльної багатокритеріальної комплексної оцінки екологічної безпеки варіантів ГСХ з урахуванням транскордонних аспектів на основі адаптованого до умов задачі методу аналізу ієрархій Т. Сааті (МАІ), який наведений далі у розділі 6.

Мета задачі порівняння варіантів ГСХ полягає у виборі на основі багатокритеріальної комплексної оцінки найбільш екологічно безпечного варіанта, який відповідає необхідним технічним вимогам до глибоководних судових ходів.

При декомпозиції задачі та побудові ієрархії мету поставлено на верхньому рівні ієрархії. На другому рівні розміщено субкритерії (СК) проекту екологічно безпечного ГСХ: технічні аспекти (СК-1), екологічні вимоги (СК-2), транскордонні аспекти (СК-3). На третьому рівні розміщуються критерії (К1÷К6), які пов'язані з субкритеріями та розкривають їх зміст. На четвертому рівні наведені параметри (фактори) середовища та технічні параметри (П1÷П10), що взаємопов'язані з критеріями.

На п'ятому рівні розміщуються фактори впливу (Ф1÷Ф6), що залежать від параметрів середовища та технічних параметрів, з якими вони зв'язані. На шостому рівні – альтернативи (А1÷А6), пов'язані з факторами впливу.

Всі варіанти траси різняться між собою лише на ділянці від Кілійського рукава до виходу в море, тому для їх порівняння було доцільним виділити ті складові гідрологічного впливу (включаючи, вторинні фактори впливу) які проявляються в межах вторинної дельти Кілійського рукава і різняться для різних варіантів траси.

До альтернатив включено шість варіантів траси ГСХ з числа охарактеризованих у таблиці 2.2, які відповідають сучасним міжнародним технічним вимогам до глибоководного суднового ходу. З порівнюваних варіантів найбільш наближеним до „нульового” варіанту, визначеного у розділі 3 (пункт 6 у таблиці 2.2), є варіант А3 (п. 7 з таблиці 2.2). Його параметри відрізняються від параметрів „нульового” варіанту дещо більшою глибиною і вищим рівнем технічної безпеки.

Після визначення всіх елементів ієрархії встановлюються зв'язки між взаємозалежними елементами рівнів ієрархії. Таким чином, у побудованій системі рівнів мета,

субкритерії, критерії, параметри, фактори та альтернативи пов'язані в єдину ієрархію. Декомпозиція задачі комплексної оцінки екологічної безпеки ГСХ «Дунай – Чорне море» наведена на рис. 2.4.

Послідовність виконання оцінки для даної ієрархії полягає у наступному. На першому етапі формується матриця експертних суджень по елементах рівня субкритеріїв відносно мети з використанням шкали Сааті. Порядок матриці дорівнює 3 (кількості субкритеріїв). Шляхом вирішення матриці визначаються локальні пріоритети субкритеріїв і оцінюється відносна узгодженість матриці (ВУ). Якщо узгодженість знаходиться у допустимих межах (до 10%), переходимо до другого етапу – формуванню матриць суджень для усіх критеріїв третього рівня відносно субкритеріїв другого рівня. Кількість матриць дорівнює 3 (кількість субкритеріїв). Порядок кожної з них визначається кількістю зв'язків критеріїв з елементами рівня субкритеріїв (для першої матриці  $n=3$ , для другої  $n=4$ , для третьої  $n=2$ ).

Вирішення матриць дає локальні пріоритети для критеріїв. Оцінюється узгодженість і здійснюється перехід до наступних етапів. На подальших етапах аналогічно формуються матриці суджень, оцінюються локальні пріоритети елементів всіх рівнів, оцінюється узгодженість матриць, уточнюються судження.

Для підвищення об'єктивності суджень складено таблицю, у якій надано короткі пояснення сутності кожного окремого зв'язку між елементами ієрархії (таблиця 2.3)

На цьому закінчується процедура декомпозиції розглядуваної задачі та виконується процедура синтезу.

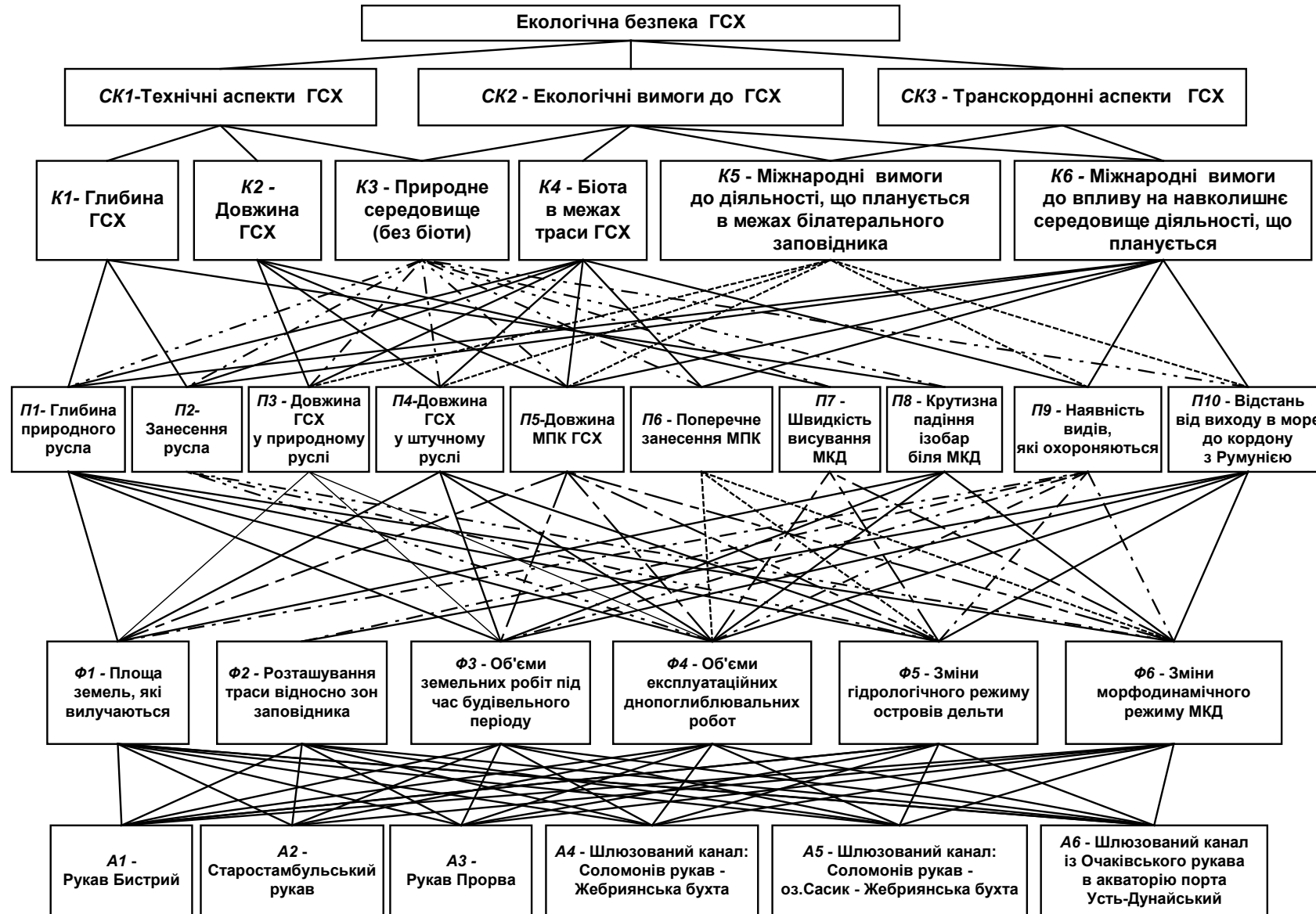


Рисунок 2.4 Декомпозиція задачі вибору найбільш екологічно безпечного варіанту ГСХ «Дунай – Чорне море», що ґрунтується на багатокритеріальній комплексній оцінці впливу на навколишнє середовище



**Таблиця 2.3 – Характеристика зв'язків між елементами суміжних рівнів ієрархії для вибору найбільш екологічно безпечного варіанту ГСХ, який відповідає необхідним технічним вимогам до глибоководних суднових ходів**

Елемент вищого рівня	Елементи нижнього рівня, пов'язані з відповідним елементом вищого рівня	Обґрунтування і пояснення суті зв'язку
<b>Зв'язки між метою та елементами рівня субкритеріїв (яким чином за допомогою субкритеріїв СК забезпечується вибір найбільш екологічно безпечного варіанту ГСХ)</b>		
Вибір найбільш екологічно безпечного варіанту ГСХ	СК1- Технічні аспекти ГСХ	Сукупність основних технічних параметрів ГСХ, які взаємодіють з факторами (параметрами) навколишнього середовища та враховуються при виборі варіантів траси ГСХ за принципом: чим більше фактори (параметри) середовища по трасі відповідають встановленим технічним параметрам суднового ходу і вимогам безпеки судноплавства, тим менше буде втручання в навколишнє середовище в будівельний і експлуатаційний період, а також вище рівень екологічної безпеки.
	СК2- Екологічні вимоги до ГСХ	Сукупність основних екологічних вимог до будівництва і експлуатації ГСХ, які враховуються при виборі варіантів траси ГСХ за принципом: чим повніше забезпечується дотримання цих вимог, тим вище рівень екологічної безпеки.
	СК3- Транскордонні аспекти ГСХ	Сукупність міжнародно визнаних критеріїв, за якими впливу суднового ходу відносяться до транскордонних і які враховуються при виборі варіантів ГСХ за принципом: чим нижче значення транскордонного впливу, тим вище рівень екологічної безпеки.
<b>Зв'язки між елементами рівня субкритеріїв і елементами рівня критеріїв (яким чином з окремих критеріїв К формуються певні субкритерії СК вибору найбільш екологічно безпечного варіанту ГСХ)</b>		
СК1-Технічні аспекти ГСХ	К1-Глибина ГСХ	Оцінюється значимість впливів основних технічних параметрів ГСХ на екологічну безпеку в конкретних умовах порівнюваних варіантів трас.
	К2-Довжина ГСХ	
СК1-Технічні аспекти ГСХ	К3-Природна середа (без біоти)	З позиції екологічної безпеки оцінюється сумісність факторів (параметрів) природного середовища (без біоти) і технічних параметрів порівнюваних варіантів трас ГСХ.
СК2- Екологічні аспекти ГСХ	К3- Природна середа (без біоти)	З позиції екологічної безпеки за комплексом параметрів оцінюється значимість можливих змін природного середовища (без біоти) при

		будівництві і експлуатації порівнюваних варіантів трас ГСХ.
	К4-Біота в межах траси ГСХ	З позиції екологічної безпеки за комплексом параметрів оцінюється значимість можливих змін біоти при будівництві та експлуатації порівнюваних варіантів трас ГСХ.
	К5- Міжнародні вимоги до плано-ваної діяльності в межах білатерально-го заповідника	З позиції екологічної безпеки за визначеними міжнародними експертами параметрами оцінюється значимість можливих змін стану природного середовища в межах української частини білатерального заповідника при будівництві та експлуатації порівнюваних варіантів трас ГСХ.
	К6- Міжнародні вимоги до впливів планованої діяльності на навколишнє середовище	З позиції екологічної безпеки за визначеними міжнародними експертами параметрами оцінюється значимість можливих змін природного середовища при будівництві та експлуатації порівнюваних варіантів трас ГСХ.
СКЗ-Транскордонні аспекти ГСХ	К5- Міжнародні вимоги до плано-ваної діяльності в межах білатерально-го заповідника	З позиції екологічної безпеки за визначеними міжнародними експертами параметрами оцінюється значимість можливих змін стану природного середовища в межах Румунської частини білатерального заповідника при будівництві та експлуатації порівнюваних варіантів трас ГСХ.
	К6- Міжнародні вимоги до впливів планованої діяльності на навколишнє середовище	З позиції екологічної безпеки за визначеними міжнародними експертами параметрами оцінюється значимість можливих транскордонних змін природного середовища при будівництві та експлуатації порівнюваних варіантів трас ГСХ.
<b>Зв'язки між елементами рівня критеріїв і елементами рівня параметрів (яким чином окремі параметри П середовища і траси ГСХ впливають на вибір найбільш екологічно безпечного варіанту ГСХ за певними критеріями К)</b>		
К1-Глибина ГСХ	П1- Глибина природного русла	Співвідношення між проектною глибиною ГСХ і глибиною природного русла визначає обсяг днопоглиблювальних робіт в руслової частині траси в будівельний період: цей обсяг тим менше, отже екологічна безпека тим більше, чим глибше природне русло.
	П2-Занесення русла	Співвідношення між проектною глибиною ГСХ і глибиною природного русла впливає на інтенсивність занесення русла в експлуатаційний період. При цьому обсяг дно поглиблю-вальних робіт в руслової частині тим менше, отже

		екологічна безпека тим більше, чим менше занесення русла при проектній глибині ГСХ.
	П8- Крутизна спаду ізобар близько МКД	Проектна глибина ГСХ і морфометрія дна узмор'я впливають на обсяг днопоглиблювальних робіт в морській частині траси в будівельний і експлуатаційний періоди.
		Цей обсяг тим менше, отже екологічна безпека тим більше, чим більше крутизна спаду ізобар близько морського краю дельти.
К2-Довжина ГСХ	П3- Довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми глибинами	Довжина ГСХ в природному руслі впливає на обсяг днопоглиблювальних робіт і заняття земель під відвали в будівельний і експлуатаційний періоди. Чим вона більше, тим більшими можуть бути ці показники (за умови недостатньої природної глибини русла).
	П4- Довжина ГСХ в штучному руслі	Довжина ГСХ в штучному руслі впливає на обсяг земляних робіт і заняття земель під штучний канал і відвали ґрунту в будівельний період. Чим вона більше, тим більше ці показники.
	П5-Довжина МПК ГСХ	Довжина морського підхідного каналу впливає на обсяг днопоглиблювальних робіт в баровій ділянці траси ГСХ і заняття дна моря під морський відвал в будівельний і експлуатаційний періоди. Чим вона більше, тим більше ці показники
	П7-Швидкість висування МКД	Зі швидкістю висування МКД на ділянці морського узбережжя пов'язано збільшення довжини МПК в експлуатаційний період, отже, чим вона більша, тим більше буде обсяг днопоглиблювальних робіт в баровому ділянці траси ГСХ і заняття дна моря під морський відвал в експлуатаційний період.
К3- Природне середовище (без біоти)	П1-Глибина природного русла	Чим більше глибина природного русла, тим менше змін в його природних параметрах викличе створення ГСХ.
	П2-Занесення русла	Чим більше занесення русла, тим більше втручання в природні процеси розвитку дельти буде відбуватися при експлуатації ГСХ.
	П3- Довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми природними глибинами	Чим більше довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми природними глибинами, тим більше змін в морфометрії і водному режимі дельти викличе його створення.
	П4- Довжина ГСХ в штучному руслі	Чим більше довжина ГСХ в штучному руслі, тим більше змін в морфометрії і водному режимі дельти викличе його створення.

	П5-Довжина МПК ГСХ	Чим більше довжина МПК, тим більше змін в морфометрії і водному режимі дельти викличе створення ГСХ.
	П6-Поперечне занесення МПК	Чим більше поперечне занесення МПК, тим більше втручання в природні морфодінамічного процесу в районі МКД відбуватиметься при експлуатації ГСХ.
	П7- Швидкість висування МКД	Чим більше швидкість висування МКД, тим більше втручання в природні морфодінамічного процесу в цьому районі буде відбуватися при експлуатації ГСХ.
	П8-Крутизна спаду ізобар біля МКД	Чим більше крутизна спаду ізобар біля МКД, тим менше змін в морфометрії дна морського узбережжя і в природних морфодінамічних процесах в цьому районі буде відбуватися при будівництві та експлуатації ГСХ.
	П10-Відстань від виходу в море до кордону з Румунією	Чим більше відстань від виходу в море до кордону з Румунією, тим менше буде вплив ГСХ на морфометрію і водний режим Румунської частини дельти.
К4- Біота в межах траси і ГСХ	П1-Глибина природного русла	Чим більше глибина природного русла, тим менше буде вплив ГСХ на біоту
	П2-Занесення русла	Чим більше занесення русла, тим більше буде вплив ГСХ на донні біоценози
	П3- Довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми глибинами	Чим більше довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми глибинами, тим більшим буде вплив на біоту
	П4- Довжина ГСХ в штучному руслі	Чим більше довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми глибинами, тим більшим буде вплив на біоту
	П5-Довжина МПК ГСХ	Чим більше довжина МПК ГСХ, тим більше буде вплив на біоту.
	П6-Поперечне занесення МПК	Чим більше поперечне занесення МПК, тим більше буде вплив на біоту.
	П9- Наявність охоронюваних видів	Чим більше охоронюваних видів тварин і рослин зареєстровано в місцях проходження траси ГСХ, тим більше буде вплив на біоту.

К5- Міжнародні вимоги до діяльності, планованої в межах білатерального заповідника	П3- Довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми глибинами	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до збереження території та біоти білатерального румунсько-українського біосферного заповідника, чим далі від кордону з Румунією проходить траса ГСХ в природному руслі і, зокрема, чим менша її частина проходить по прикордонній території, а також, чим менша частина траси в природному руслі проходить близько заповідної зони заповідника.
	П4- Довжина ГСХ в штучному руслі	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до збереження території та біоти білатерального румунсько-українського біосферного заповідника, чим менше довжина траси штучного русла в межах території заповідника і чим менш цінні території вона перетинає.
	П5-Довжина МПК ГСХ	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до збереження території та біоти білатерального румунсько-українського біосферного заповідника, чим менше довжина МПК.
	П9- Наявність охоронюваних видів	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до збереження території та біоти білатерального румунсько-українського біосферного заповідника, чим менше видів тварин, що охороняються і рослин зареєстровано в місцях проходження траси ГСХ.
	П10-Відстань від виходу в море до кордону з Румунією	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до збереження території та біоти білатерального румунсько-українського біосферного заповідника, чим далі від кордону з Румунією знаходиться вихід в море.
К6- Міжнародні вимоги до впливу на навколишнє середовище запланованої	П1-Глибина природного русла	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до впливів на навколишнє середовище, чим більше глибина природного русла по трасі ГСХ.
	П2-Занесення русла	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до впливів на навколишнє середовище, чим менше занесення русла.
	П5-Довжина МПК ГСХ	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до впливів на навколишнє середовище, чим менше довжина МПК ГСХ.

	П6-Поперечне занесення МПК	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до впливів на навколишнє середовище, чим менше поперечний занесення МПК.
	П9- Наявність охоронюваних видів	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до впливів на навколишнє середовище, чим менше видів тварин, що охороняються і рослин зареєстровано в місцях проходження траси ГСХ.
	П10-Відстань від виходу в море до кордону з Румунією	Варіант тим більше відповідає міжнародним вимогам до впливів на навколишнє середовище, чим далі від кордону з Румунією знаходиться вихід в море
<b>Зв'язки між елементами рівня параметрів і елементами рівня факторів впливів (яким чином величини окремих факторів Ф впливів ГСХ на навколишнє середовище дельти залежать від певних параметрів П середовища і траси ГСХ)</b>		
П1- Глибина природного русла	Ф1- Площа вилучаємих земель	Чим більше глибина природного русла по трасі ГСХ, тим менше потреба у вилученні земель під відвали ґрунтів днопоглиблення.
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше глибина природного русла по трасі ГСХ, тим менше обсяги земляних робіт в будівельний період
	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше глибина природного русла по трасі ГСХ, тим менше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт
	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше глибина природного русла по трасі ГСХ, тим менше зміни гідрологічного режиму островів дельти
	Ф6- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше глибина природного русла по трасі ГСХ, тим менше зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти
П2- Занесення русла	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше занесення русла, тим більші обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт
П2- Занесення русла	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше занесення русла, тим більше зміни гідрологічного режиму островів дельти внаслідок повторюваних днопоглиблювальних робіт в період експлуатації ГСХ

	Ф6- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше занесення русла, тим більше зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти внаслідок перевідкладення і періодичного вилучення річкових наносів.
П3- Довжина ГСХ в природному руслі з недостатніми глибинами	Ф1- Площа вилучаємих земель	Чим більше довжина ГСХ в природному руслі, тим більше площа земель, що відходить під берегові відвали ґрунту (при недостатніх природних глибинах).
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше довжина ГСХ в природному руслі, тим більше обсяги земляних робіт в будівельний період (при недостатніх природних глибинах)
	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше довжина ГСХ в природному руслі, тим більше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт (при недостатніх природних глибинах)
П4- Довжина ГСХ в штучному руслі	Ф1- Площа вилучаємих земель	Чим більше довжина ГСХ в штучному руслі, тим більші площі земель займаються під створення профільної виїмки і берегової насипі
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше довжина ГСХ в штучному руслі, тим більше обсяги земляних робіт в будівельний період
	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше довжина ГСХ в штучному руслі (в порівнянні з довжиною в природному руслі), тим менше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт.
	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше довжина ГСХ в штучному руслі, тим більше порушень природного гідрологічного режиму островів дельти в результаті створення штучної перешкоди між суміжними острівними ділянками
П5- Довжина МПК ГСХ	Ф1- Площа вилучаємих земель	Чим більше довжина МПК ГСХ, тим більша площа дна займається під отвір і захисні дамби МПК, а також під морський відвал ґрунту.
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше довжина МПК ГСХ, тим більше обсяги земляних робіт в будівельний період.
	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше довжина МПК ГСХ, тим більше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт.

	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше довжина МПК ГСХ, тим більше зміни гідроло- гічного режиму островів дельти внаслідок зміни рівнів води в прилеглих ділянках русла, перерозподілу стоку між рукавами дельти і порушення динаміки згінно-нагінних явищ.
	Ф6-- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше довжина МПК ГСХ, тим більше зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти внаслідок порушення вздовжберегового перенесення морських наносів.
П6- Поперечне занесення МПК	Ф4- Обсяги експлу- атаційних днопог- либлювальних робіт	Чим більше поперечне занесення МПК, тим більше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт.
	Ф5- Зміни гідроло- гічного режиму островів дельти	Чим більше поперечне занесення МПК, тим більше зміни гідрологічного режиму островів внаслідок нестабільності рівнів води в прилеглих ділянках русла.
	Ф6-- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше поперечне занесення МПК, тим більше порушення вздовжберегового перенесення морських наносів.
П7- Швидкість висування МКД	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше швидкість висування МКД, тим більше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт в баровій зоні ГСХ.
	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше швидкість висування МКД, тим більше буде вплив ГСХ на гідрологічний режим островів дельти.
	Ф6-- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше швидкість висування МКД, тим більше буде вплив ГСХ на морфодинамічний режим цієї зони.
П8- Крутизна спаду ізобар біля МКД	Ф1- Площа вилучаємих земель	Чим більше крутизна падіння ізобар близько МКД, тим менша площа дна витягується під отвір і захисні дамби МПК, а також під морський відвал ґрунту.
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше крутизна спаду ізобар близько МКД, тим менше обсяги земельних робіт в баровій зоні в будівельний період.



	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше крутизна спаду ізобар близько МКД, тим менше обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт.
	Ф6- Зміни морфозинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше крутизна спаду ізобар близько МКД, тим менше буде вплив ГСХ на морфодинамічний режим цієї зони.
П9-Нааяність охоронюваних видів х видів	Ф1- Площа вилучаємих земель	Чим більше видів, що охороняються, мешкає в районі проходження траси ГСХ, тим більші негативні впливи на біоту надаватиме заняття земель.
	Ф2-Розміщення траси відносно зон заповідника	Чим більше видів, що охороняються, мешкає в районі проходження траси ГСХ, тим більші негативні впливи на біоту надаватиме порушення режиму охорони окремих зон заповідника внаслідок проходження траси поблизу цих зон.
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше видів, що охороняються, мешкають в районі проходження траси ГСХ, тим більші негативні впливи на біоту будуть надавати земляні роботи під час будівельного періоду.
	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше видів, що охороняються, мешкає в районі проходження траси ГСХ, тим більші негативні впливи на біоту будуть надавати експлуатаційні днопоглиблювальні роботи.
	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше видів, що охороняються, мешкає в районі проходження траси ГСХ, тим більші негативні впливи на біоту будуть надавати зміни гідрологічного режиму островів дельти.
	Ф6-- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше видів, що охороняються, мешкає в районі проходження траси ГСХ, тим більші негативні впливи на біоту будуть надавати зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти.
П10- Відстань від виходу в море до кордону з Румунією	Ф2- Розміщення траси відносно зон заповідника	Чим більше відстань від виходу в море до кордону з Румунією, тим менші транскордонні впливи надаватимуть порушення режиму охорони окремих зон заповідника внаслідок проходження траси біля цих зон.
	Ф3- Обсяги земляних робіт в будівельний період	Чим більше відстань від виходу в море до кордону з Румунією, тим менші транскордонні впливи будуть надавати земляні роботи в будівельний період.
	Ф4- Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	Чим більше відстань від виходу в море до кордону з Румунією, тим менші транскордонні впливи

		будуть надавати експлуатаційні днопоглиблювальні роботи.
	Ф5- Зміни гідрологічного режиму островів дельти	Чим більше відстань від виходу в море до кордону з Румунією, тим менші транскордонні впливи надаватимуть зміни гідрологічного режиму островів дельти.
	Ф6-- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	Чим більше відстань від виходу в море до кордону з Румунією, тим менші транскордонні впливи надаватимуть зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти
<b>Зв'язки між елементами рівня факторів впливів і елементами рівня варіантів траси ГСХ (як саме по різних варіантах А траси ГСХ генеруються певні фактори Ф впливів на навколишнє середовище дельти)</b>		
Ф1-- Площа вилучаємих земель	A1-Рукав Бистрий	Заняття земель на о. Єрмаков під берегові відвали ґрунту, витяг ділянки морського дна під відвал ґрунту, заняття ділянки бару під МПК і огорожувальну дамбу, заняття ділянок річкового дна під струменеспрямовуючу дамбу і берегоукріплення.
	A2-Старостамбульський рукав	Заняття земель на о. Єрмаков під берегові відвали ґрунту, заняття ділянки морського дна під відвал ґрунту, заняття ділянки бару під МПК і огорожувальну дамбу.
	A3-Рукав Прорва	Заняття земель на о. Єрмаков під берегові відвали ґрунту, заняття ділянки морського дна під відвал ґрунту.
Ф1-- Площа вилучаємих земель	A4-Шлюзований канал: Соломонов рукав – Жебріянська бухта	Заняття земель на о. Єрмаков під берегові відвали ґрунту, заняття ділянки морського дна під відвал ґрунту, заняття значної території плавнів під створення профільної виїмки і берегового насипу шлюзованого каналу, заняття ділянки дна Жебріянської бухти під МПК і огорожувальні дамби.
	A5-Шлюзований канал: Соломонов рукав – оз. Сасик – Жебріянська бухта	Заняття земель на о. Єрмаков під берегові відвали ґрунту, заняття значної території заповідних плавнів під створення профільної виїмки і берегового насипу шлюзованого каналу, витяг ділянки дна оз. Сасик під МПК.
	A6-Шлюзований канал із Очаковсь-кого рукава до акваторії порта Усть-Дунайський	Заняття земель на о. Єрмаков під берегові відвали ґрунту, витяг ділянки морського дна під відвал ґрунту, зайняття території деградованих плавнів під створення профільної виїмки і берегового насипу шлюзованого каналу, витяг ділянки дна Жебріянської бухти під МПК і огорожувальні дамби.

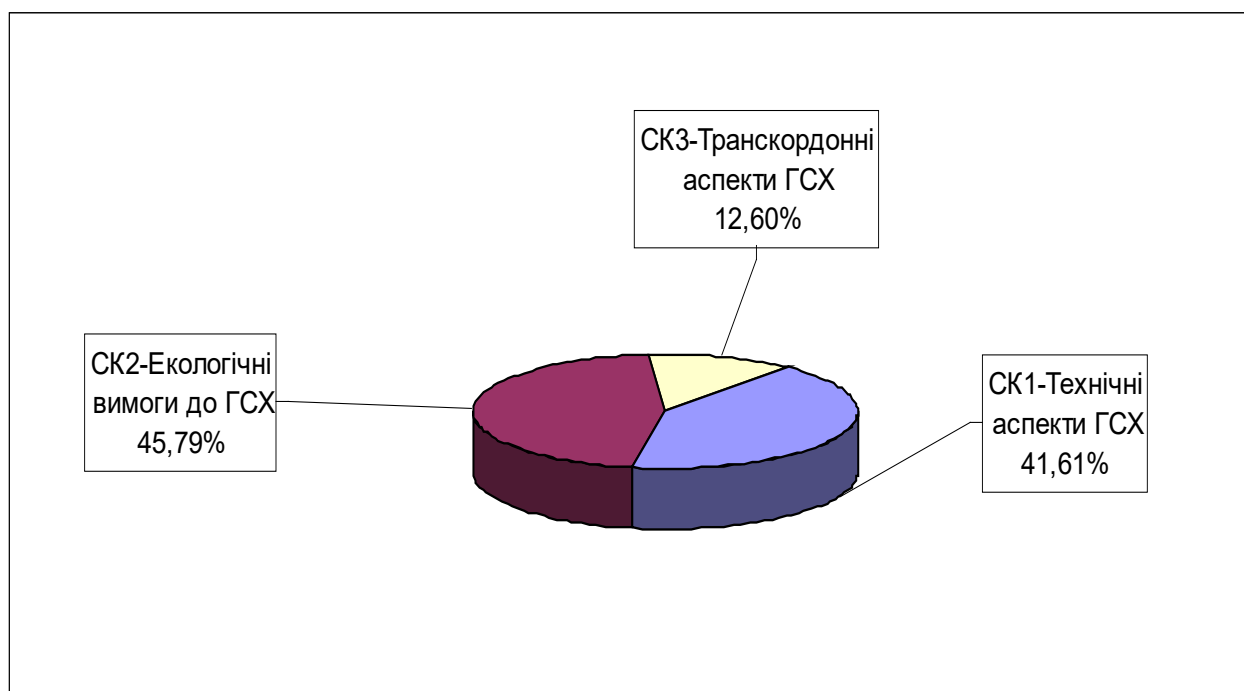
Ф2- Розміщення траси відносно зон заповідника зон заповідника	A1-Рукав Бистрий	Траса перетинає центральну ділянку заповідної зони ДБЗ по рукаву Бистрий (в межах зони антропогенних ландшафтів), проходить біля буферної зони і зони антропогенних ландшафтів по рукавах Старостамбульський і Прямий і перетинає буферну зону на баровій ділянці рукава Бистрий.
	A2-Старостамбульський рукав	Траса перетинає центральну ділянку заповідної зони ДБЗ по рукаву Бистрий (в межах зони антропогенних ландшафтів), проходить біля буферної зони і зони антропогенних ландшафтів по рукавах Старостамбульський і Прямий і перетинає буферну зону на баровій ділянці рукава Старостамбульський.
Ф2- Розміщення траси відносно зон заповідника	A3-Рукав Прорва	Траса проходить біля північної ділянки заповідної зони ДБЗ по Очаківському рукаву (в межах зони антропогенних ландшафтів), біля буферної зони і зони антропогенних ландшафтів по рукавах Очаківський і Прямий, перетинає буферну зону на мілководді Жебріяньської бухти.
	A4-Шлюзований канал: Соломонов рукав – Жебріяньська бухта	Траса перетинає територію зони антропогенних ландшафтів і буферної зони ДБЗ на північ від Соломонового рукава, проходить біля буферної зони по рукаву Прямий, перетинає її на мілководді Жебріяньської бухти.
	A5-Шлюзований канал: Соломонов рукав – оз. Сасик – Жебріяньська бухта	Траса перетинає територію зони регульованого заповідного режиму ДБЗ на північ від Соломонового рукава і проходить по Соломоновому рукаву поруч із зоною антропогенних ландшафтів о. Єрмаков.
	A6-Шлюзований канал із Очаківського рукава до акваторії порта Усть-Дунайський	Траса перетинає територію буферної зони ДБЗ на північ від Очаківського рукава і на мілководді Жебріяньської бухти, проходить біля буферної зони і зони антропогенних ландшафтів по рукавах Очаківський і Прямий.
Ф3 -Обсяги земляних робіт в будівельний період	A1-Рукав Бистрий	Створення прорізи МПК і огорожувальної дамби на ділянці морського бару рукава Бистрий, днопоглиблення на окремих ділянках рукавів Бистрий, Старостамбульський і Прямий, створення струменеспрямовуючої дамби перед витоком рукава Бистрий, зміцнення окремих ділянок берегів рукава Бистрий.

	A2-Старостамбульський рукав	Створення прорізи МПК і огорожувальної дамби на ділянці морського бару рукава Старостамбульський, днопоглиблення на окремих ділянках рукавів Старостамбульський і Прямий.
Ф3-Обсяги земляних робіт в будівельний період	A3-Рукав Прорва	Масштабне днопоглиблення в рукавах Прорва і Очаківський, а також днопоглиблення на окремих ділянках рукава Прямий. Поглиблення прорізи МПК на мілководді Жебріянської бухти.
	A4-Шлюзований канал: Соломонов рукав – Жебріянська бухта	Створення профільної виїмки і берегової насипу шлюзованого каналу між Соломоновим рукавом і Жебріянською бухтою, створення МПК і огорожувальних дамб на мілководді Жебріянської бухти. Днопоглиблення на окремих ділянках рукавів Соломонів і Прямий.
	A5-Шлюзований канал: Соломонов рукав – оз. Сасик – Жебріянська бухта	Створення профільної виїмки і берегової насипу шлюзованого каналу між Соломоновим рукавом і оз. Сасик. Створення МПК на мілководді оз. Сасик. Днопоглиблення на окремих ділянках Соломонова рукава.
	A6-Шлюзований канал із Очаковського рукава до акваторії порту Усть-Дунайський	Створення профільної виїмки і берегового насипу шлюзованого каналу між Очаківським рукавом і Жебріянською бухтою. Масштабне днопоглиблення в Очаківському рукаві, а також днопоглиблення на окремих ділянках рукава Прямий. Створення МПК і огорожувальних дамб на мілководді Жебріянської бухти.
Ф4-Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	A1-Рукав Бистрий	Підтримання проектних глибин отвору МПК на ділянці морського бару рукава Бистрий і на окремих ділянках рукавів Бистрий, Старостамбульський і Прямий.
	A2-Старостамбульський рукав	Підтримання проектних глибин отвору МПК на ділянці морського бару рукава Старостамбульський і на окремих ділянках рукавів Старостамбульський і Прямий.
	A3-Рукав Прорва	Підтримання проектних глибин прорізи МПК на мілководді Жебріянської бухти, в рукавах Прорва і Очаківський, а також на окремих ділянках рукава Прямий.
Ф4-Обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт	A4-Шлюзований канал: Соломонов рукав – Жебріянська бухта	Підтримання проектних глибин прорізи МПК на мілководді Жебріянської бухти і на окремих ділянках рукавів Соломонів і Прямий.
	A5-Шлюзований канал: Соломонов рукав – оз. Сасик – Жебріянська бухта	Підтримання проектних глибин прорізи МПК на мілководді оз. Сасик і на окремих ділянках Соломонова рукава.

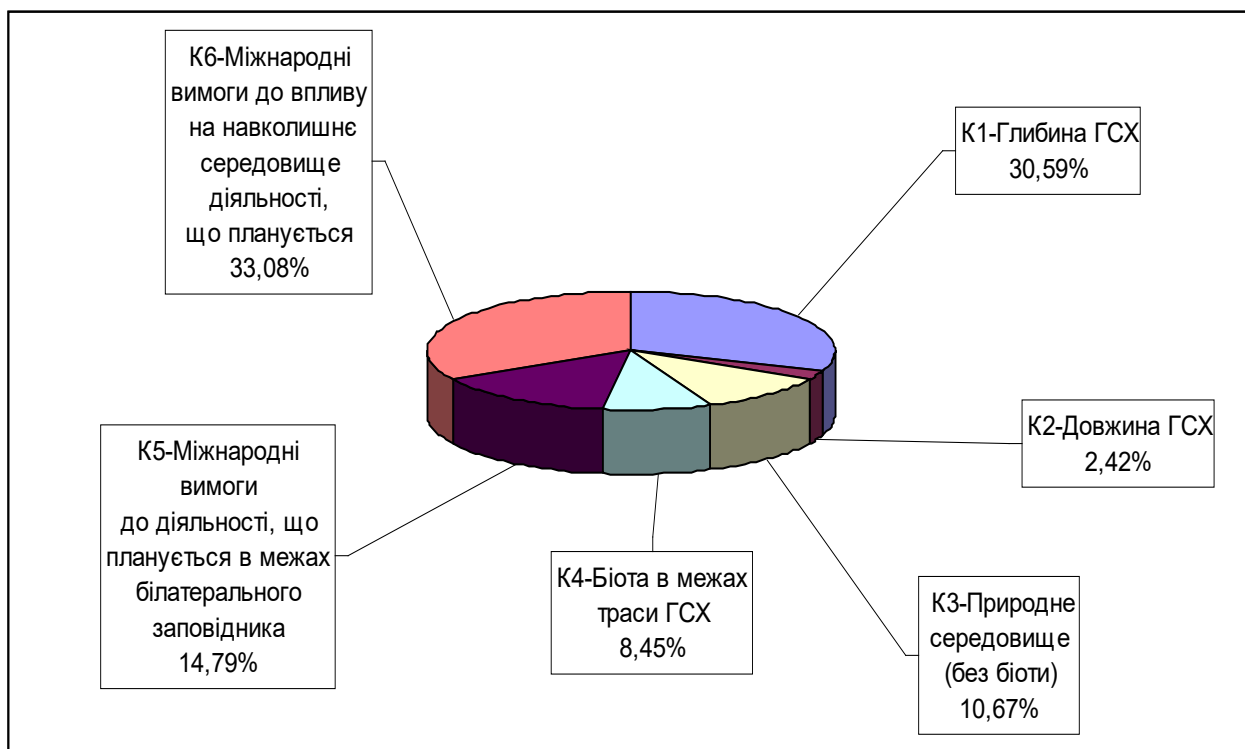
	А6-Шлюзований канал із Очаковсь-кого рукава до акваторії порта Усть-Дунайський	Підтримання проектних глибин прорізи МПК на мілководді Жебріянської бухти, в Очаківському рукаві, а також на окремих ділянках рукава Прямий.
Ф5-Изменения гидрологического режима островов дельты	А1-Рукав Бистрий	Створення прорізи МПК на баровому ділянці рукава Бистрий може привести до перерозподілу стоку між рукавами дельти і зміни водного режиму островів дельти.
	А2-Старостамбульський рукав	Створення прорізи МПК на баровому ділянці рукава Старо-стамбульський може привести до перерозподілу стоку між рукавами дельти і зміни водного режиму островів дельти.
	А3-Рукав Прорва	Зміна гідрологічного режиму дельти малоімовірна.
	А4- Шлюзований канал: Соломонов рукав – Жебріянська бухта	Створення шлюзованого каналу призведе до втрати гідравлічного зв'язку між плавнями по різні боки каналу і зміни гідрологічного режиму на значних територіях дельти.
	А5- Шлюзований канал: Соломонов рукав – оз. Сасик – Жебріянська бухта	Створення шлюзованого каналу призведе до втрати гідравлічної зв'язку між плавнями по різні боки каналу і зміни гідрологічного режиму на значних територіях дельти
	А6- Шлюзований канал із Очаковсько-го рукава до аквато-рії порта Усть-Дунайський	Зміна гідрологічного режиму дельти малоімовірна.
Ф6- Зміни морфодинамічного режиму морського краю дельти	А1-Рукав Бистрий	Створення МПК і огорожувальної дамби може вплинути на параметри вдольберегових потоку наносів і морфодинамічного режим морського краю дельти на ділянці між рукавом Бистрий і Старостамбульський.
	А2- Старостамбульський рукав	Створення МПК і огорожувальної дамби може вплинути на параметри вздовжберегового потоку наносів і морфодинамічний режим морського краю дельти на ділянці на південь від рукава Старостамбульський
	А3-Рукав Прорва	Збільшення виносу наносів по рукаву Прорва може прискорити обміління Жебріянської бухти. Витяг значного обсягу наносів з Очаківського рукава під час будівництва та експлуатації ГСХ може вплинути на параметри вздовжберегового потоку наносів і морфодинамічний режим морського краю дельти на ділянці на південь від Очаківського рукава.

	А4- Шлюзований канал: Соломонов рукав – Жебриянська бухта	Зміна морфодинамічного режиму морського краю дельти малоімовірно.
Ф6	А5-Шлюзований канал: Соломонов рукав – оз. Сасик – Жебриянська бухта	Зміна морфодинамічного режиму морського краю дельти малоімовірно.
	А6-Шлюзований канал із Очаковсь-кого рукава до акваторії порта Усть-Дунайський	Витяг значного обсягу наносів з Очаківського рукава під час будівництва та експлуатації ГСХ може вплинути на параметри вздовжберегового потоку наносів і морфодинамічний режим морського краю дельти на ділянці на південь від Очаківського рукава.

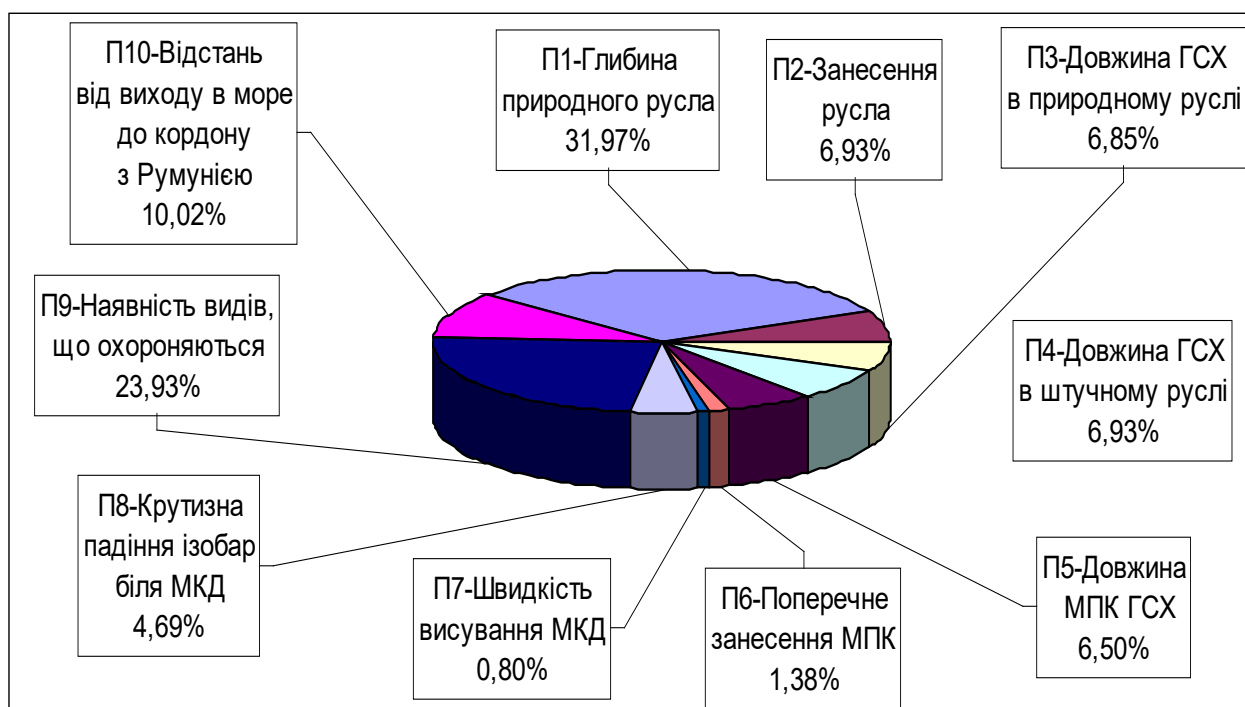
В процесі синтезу визначаються глобальні пріоритети для кожного рівня (рис. 2.5 – 2.9) і для всієї ієрархії в цілому (рис 2.10), а також відносна узгодженість (ВУ) всієї ієрархії, яка склала 8,6 %.



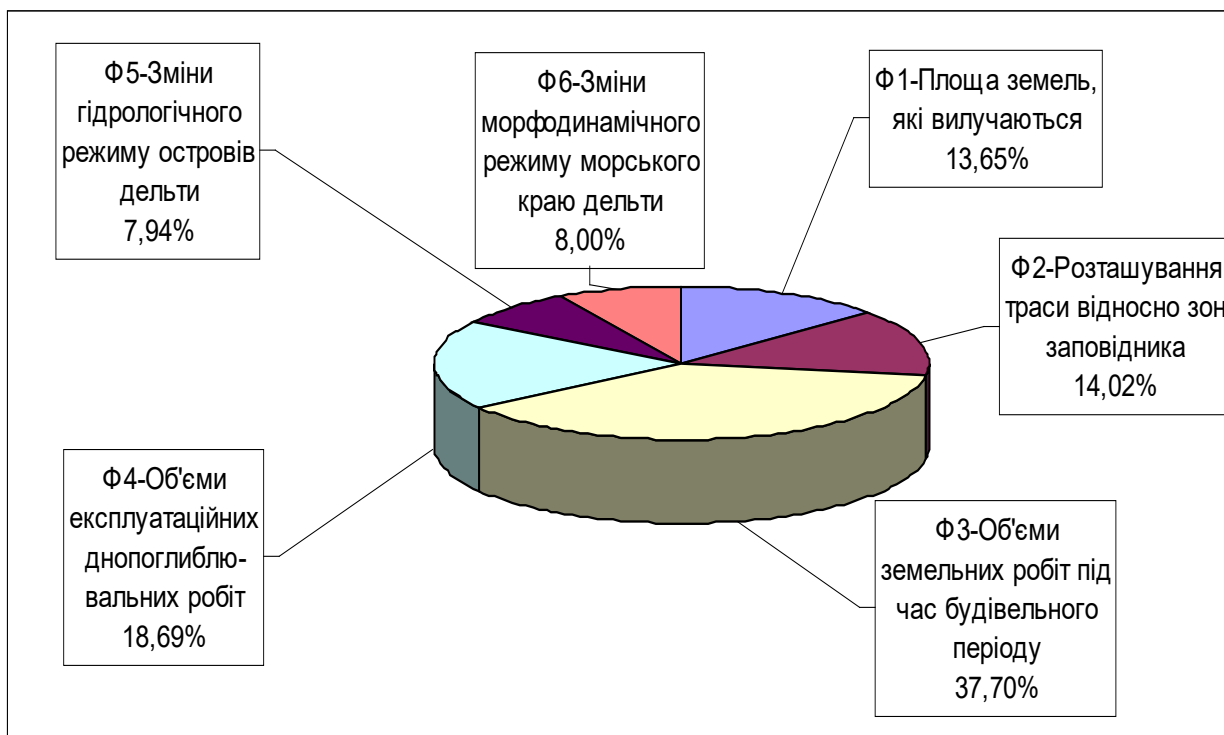
**Рисунок 2.5 Розподіл пріоритетів між субкритеріями СК1...СК3**



**Рисунок 2.6 Розподіл пріоритетів між критеріями К1...К6**

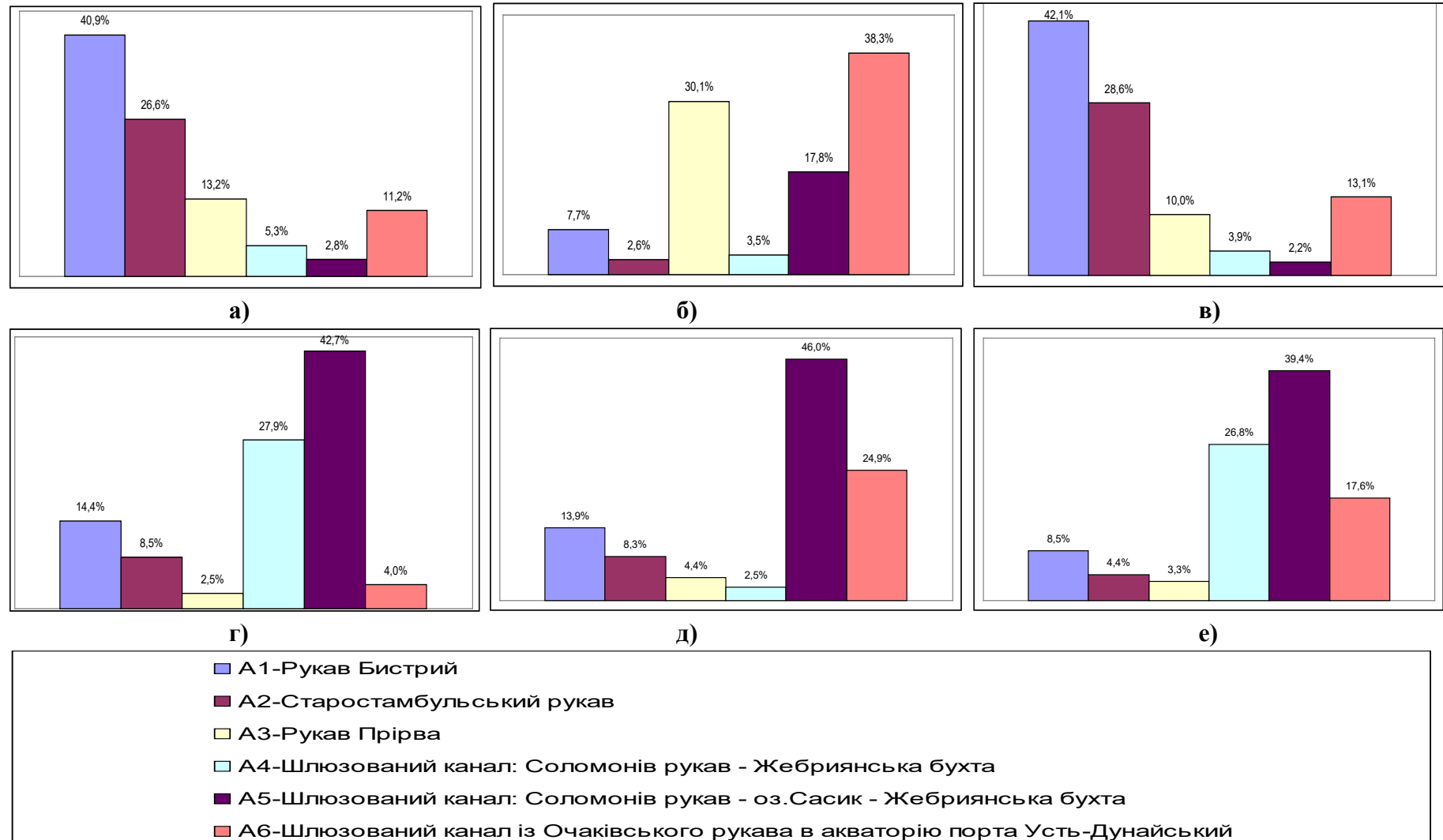


**Рисунок 2.7 Розподіл пріоритетів між параметрами П1...П10**



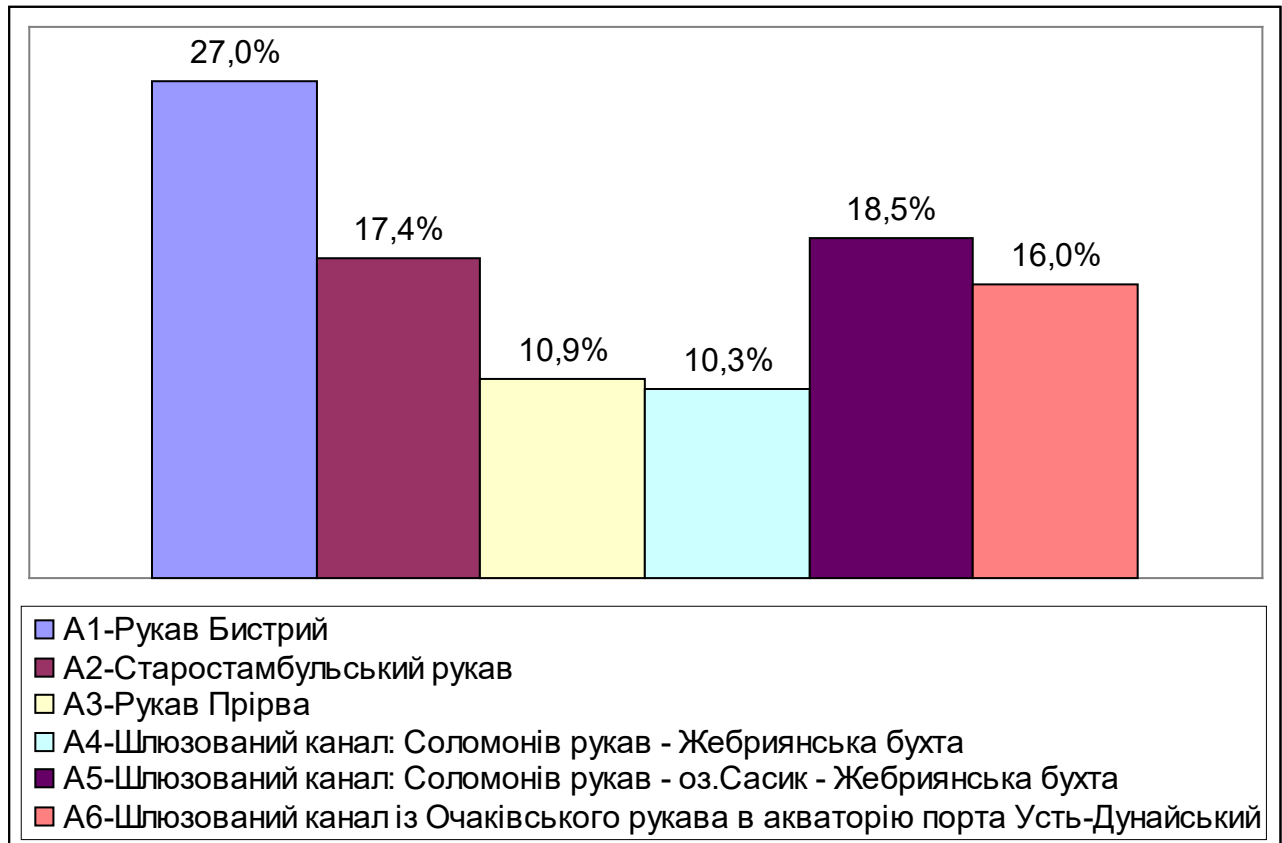
**Рисунок 2.8 Розподіл пріоритетів між факторами впливів Ф1...Ф6**





**Рисунок 2.9 Розподіл пріоритетів між альтернативними варіантами А1...А6 по відношенню до окремих факторів впливу:**

**а) до вилучення земель (Ф1), б) до розташування траси відносно зон заповідника (Ф2), в) до об'ємів земельних (або днопоглиблювальних) робіт у будівельний період (Ф3); г) до об'ємів днопоглиблювальних робіт у експлуатаційний період (Ф4), д) до змін гідрологічного режиму островів дельти (Ф5), е) до змін морфодинамічного режиму морського краю дельти (Ф6)**



**Рисунок 2.10** Інтегральні оцінки пріоритетів альтернативних варіантів А1...А6

При формуванні оцінок для порівняння варіантів ГСХ експерти керувалися двома принциповими положеннями:

- наявність цінних територій ДБЗ у межах зон впливу всіх принципово можливих варіантів трас суднового ходу на ділянках між Кілійським рукавом і морем;
- залежність розмірів зони впливу і сили впливів від обсягів техногенного втручання у природні ландшафти і біоценози дельти та у процеси дельтоутворення.

При побудові ієрархії цінності територій ДБЗ враховувалася на рівні факторів впливу – фактором Ф2 „Розташування траси відносно зон заповідника”. По відношенню до цього фактора варіант траси по рукаву Бистрий займає за експертними оцінками четверте місце – лише 7.7% пріоритетів (див. рис. 2.9, б).

Крім цінності територій при порівнянні варіантів трас враховувалися і обсяги техногенного втручання (див. рис. 2.9, а, в, г) і значущість їх наслідків (див. рис. 2.9, д, е).

З діаграм, що відображають співвідношення пріоритетів на різних рівнях ієрархії, видно, що серед субкритеріїв (СК) найбільший пріоритет належить екологічним вимогам до ГСХ і порівняно невеликий – транскордонним аспектам (див. рис. 2.5). Це пояснюється тим, що більшість вимог щодо транскордонного впливу є тісно пов’язаними з екологічними вимогами і віднесено саме до останнього субкритерію.

Велика важливість у ієрархії пріоритетів, пов'язаних з міжнародними вимогами, простежується на рівні критеріїв (К), де сумарний пріоритет міжнародних вимог досягає 48 відсотків (див. рис. 2.6). Далі за важливістю на рівні критеріїв йде глибина ГСХ, бо цей критерій є основним з технічних вимог до ГСХ.

На рівні параметрів (П), де подані найбільш значущі параметри природного середовища і суднового ходу (див. рис. 2.7), найбільшими пріоритетами відзначені глибина природного русла (оскільки від неї залежить прояв основних факторів впливу, пов'язаних з будівельними і експлуатаційними днопоглиблювальними роботами), і наявність вздовж траси ГСХ видів що охороняються (оскільки негативні впливи на цей параметр є, на думку експертів, найнебезпечнішими).

Нарешті, на рівні факторів впливів (Ф) найбільшим пріоритетом наділено об'єми земельних робіт у будівельний і експлуатаційний періоди (див. рис. 2.8), оскільки саме з цими впливами, безпосередньо чи опосередковано, пов'язана більшість можливих негативних наслідків планованої діяльності.

По відношенню до окремих факторів впливу пріоритети між альтернативними варіантами (А) розподілилися по-різному: по відношенню до вилучення земель (Ф1) та до об'ємів земельних (або днопоглиблювальних) робіт у будівельний період (Ф3) найпріоритетнішими виявилися варіанти траси ГСХ А1 і А2, по відношенню до розташування траси відносно зон заповідника (Ф2) – варіанти А6 і А3; по відношенню до об'ємів днопоглиблювальних робіт у експлуатаційний період (Ф4) та до змін морфодинамічного режиму морського краю дельти (Ф6) – варіанти А5 і А4, до змін гідрологічного режиму островів дельти (Ф5) – варіанти А5 і А6 (див. рис. 2.9).

Одержані за глобальними пріоритетами для всієї ієрархії в цілому інтегральні порівняльні оцінки альтернативних варіантів продемонстрували суттєву перевагу варіанту А1 – траси ГСХ по рукаву Бистрий – над іншими варіантами (див. рис. 2.10).

## **2.2 Опис технічних альтернатив**

### **Технічна альтернатива 1.**

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море передбачається шляхом проведення гідротехнічних та днопоглиблювальних робіт з виділенням трьох пускових комплексів (ПК): ПК I - забезпечення фактично досягнутих параметрів ГСХ р. Дунай - Чорне море; ПК II - забезпечення проходження розрахункового судна з осадкою 5,0 м; ПК III - забезпечення проходження розрахункового судна з осадкою 7,2 м.

При реалізації проектних рішень:

- ПК I планується реконструкція існуючої північної огорожувальної дамби на ділянці, прилеглій до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення не виконується.

- ПК II планується будівництво південної огорожувальної дамби на ділянці, прилеглій до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення виконується на МПК та річковій ділянці ГСХ (перекати).

- ПК III планується добудова морських ділянок південної та північної огорожувальних дамб; днопоглиблення виконується на МПК та річковій ділянці ГСХ (перекати).

Таким чином буде створена система двох паралельних струменестискувальних дамб.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі берегові гідровідвали; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення.

## **Технічна альтернатива 2.**

Основні технічні рішення згідно з робочим проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Проектно-вишукувальний і конструкторсько-технологічний інститут річкового транспорту «РІЧТРАНСПРОЕКТ», Київ, 2006 р.

Реалізацію рішень робочого проекту передбачено у 2 етапи.

На першому етапі (фаза 1) відновлення ГСХ передбачено проведення днопоглиблювальних робіт зі створення морського підхідного каналу (МПК) через бар рукава Бистрий довжиною 3,432 км., будівництво північніше МПК частини односторонньої огорожувальної дамби (довжиною на першому етапі – 1040 м. з подальшим подовженням до 2730 м.), поглиблення перекатів у Кілійському рукаві між Ізмаїльським Чаталом і Вилковим. Більше 90% довжини траси ГСХ проходить руслом Кілійського рукава, ширина та переважаючі глибини якого відповідають вимогам до водного шляху вищого міжнародного класу. Днопоглиблювальні роботи на 1 і 2 етапах необхідні тільки у межах перекатів.

Мета етапу 1 – забезпечення проходження трасою ГСХ суден з осадкою 5,85 м.

На другому етапі (фаза 2) передбачено продовження днопоглиблювальних робіт та гідротехнічних робіт на барі рукава Бистрий і перекатах Кілійського і Старостамбульського рукавів до повного розвитку ГСХ, з метою доведення його параметрів до міжнародних стандартів і забезпечення проходження суден з осадкою 7,2 м. Для досягнення стабільної експлуатації ГСХ на цьому етапі передбачено добудову огорожувальної дамби і спорудження струмененапрямної дамби та берегоукріплення у місці розвилки рукавів Бистрий і Старостамбульський.

На етапі 1 днопоглиблювальні роботи у руслі рукава Бистрий не передбачені. На другому етапі (повного розвитку) ГСХ обсяг виїмки ґрунту в рукаві Бистрий передбачено незначним.

Складування ґрунтів днопоглиблення передбачено у берегові відвали на лівому березі Кілійського рукава і на морський відвал ґрунту, під який відведено ділянку морського дна у вигляді кола площею 269,2 га на глибині 22 м, розташовану на схід від гирла рукава Бистрий у 8 км від берегової лінії.

Основна відмінність технічної альтернативи 2 від альтернативи 1 полягає у відсутності дамби на південь від морського підхідного каналу. Наявність лише північної дамби впевній мірі наближає умови району морського підхідного каналу до природних, але при цьому, у порівнянні з альтернативою 1, лише частково зменшує заносимість прорізу морського підхідного каналу донними наносами. Недостатня ефективність односторонньої дамби особливо помітна у штормових умовах, що призводить до потреби у великих обсягах днопоглиблювальних робіт у прилеглий до ДБЗ морській акваторії.

**На підставі вищезазначеного прийнято до проєктування альтернативу 1.**

### **3 ОПИС ПОТОЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ТА ЙОГО ІМОВІРНОЇ ЗМІНИ БЕЗ ПРОВАДЖЕННЯ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Ділянки планованої діяльності, на яких передбачається проводити роботи з реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» розташовані в:

- морській частині: морський підхідний канал, огорожувальна дамба морського підхідного каналу, морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення;
- річкової частини: ділянка Чорне море - Вилкове (1,5 - 20,5 км), ділянка Вилкове - Ізмаїльський Чатал (20,5 - 116 км), ділянка Ізмаїльський Чатал – Рені (116,0-170,36 км).
- річкові та берегові відвали ґрунтів днопоглиблення: прибережні райони Ізмаїльського району Одеської області.

Опис поточного стану довкілля регіону зроблено на основі достовірних статистичних даних, Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища в Одеській області, екологічного паспорта Одеської області, Стратегії розвитку Одеської області та інших джерел [1 – 53].

#### **3.1 Кліматична характеристика**

Клімат в районі ділянки планованої діяльності, як в цілому в області, вологий, поєднує риси континентального і морського.

У літній період року температура повітря досить стійка. Головну роль у формуванні погоди влітку відіграють місцеві трансформації повітряних мас. У теплу пору року (березень-жовтень) утворюються бризи, яких у середньому нараховують до 25 днів у році.

Узимку переважає нестійка похмура погода з частими відлигами (50 – 60 днів) і короткочасними похолоданнями. Сніжний покрив нестійкий, встановлюється в першій декаді грудня, середня тривалість його залягання – менше 40 днів.

Для весни характерні похмура погода, тумани у зв'язку з охолоджуючим впливом моря. Осінь тривала, тепліше весни, в основному хмарна.

У межах дельти Дунаю відносна вологість повітря досить значна (у середньому 80%) і помітно зростає в напрямку до моря.

Абсолютна вологість повітря в середньому за рік складає в Ізмаїлі 10,3 мб. Хід абсолютної вологості добре узгоджується з ходом температури повітря. У січні-лютому внаслідок низьких температур випаровування зменшується й абсолютна вологість досягає найнижчих значень (4,9 мб). Із прогрівом поверхні суші випаровування збільшується, у липні-серпні настає максимум абсолютної вологості – 16,9 мб.

Відносна вологість з жовтня по травень вища за 70%, а з червня по вересень - менша за 70%. Мінімум відносної вологості (65%) спостерігається в липні і в серпні.

*Особливі явища погоди.* У середньому за рік число днів з туманом у дельті Дунаю коливається від 36 (Вилкове) до 47 (Ізмаїл). Найбільша повторюваність туманів відзначається в холодну пору року, особливо в теплі зими, коли їхнє число доходить до 15 і більше випадків на місяць. Улітку спостерігається в середньому біля одного туману на місяць. Причому їхня повторюваність зменшується в міру наближення до моря. У середньому за рік кількість днів з туманами коливається в межах 36-50.

Морський бриз має північно-західний напрямок і швидкість 3-4 м/с, береговий бриз - північно-східний напрямок і швидкість 1-2 м/с.

Кліматичні й метеорологічні умови гирлової області Дунаю, дуже впливають на гідрологічний режим. Зміни температури повітря визначають термічний і льодовий режим водотоків і водойм, опади і випаровування впливають на водний баланс дельти і її водойм. Також важливим фактором є режим вітру, що впливає на згінно-нагінні явища, на процеси проникнення морських вод у рукави дельти [25].

Атмосферна циркуляція є одним з найважливіших кліматоутворюючих факторів, тому що закономірності переносу й взаємодії повітряних мас впливають на режим температури, опадів і вітру даної території. Дельта Дунаю відноситься до зони помірного континентального клімату. Протягом майже всього року тут панують полярні повітряні маси з періодичним вторгненням арктичних та тропічних повітряних мас.

Похолодання в дельті Дунаю пов'язане з вторгненням континентальних мас полярних чи арктичних. У холодну пору року дельта Дунаю найчастіше перебуває під впливом азорського або азіатського максимумів.

У теплу пору року циркуляція атмосфери визначається розвитком азорського максимуму і пов'язаним із ним західним переносом морського полярного повітря, що, проходячи над Західною Європою, поступово втрачає вологу, прогрівається й у дельту приходять континентальним полярним, викликаючи суху, теплу і малоохмарну погоду. Навесні, влітку і восени порівняно часто в дельту надходять маси континентального, сухого, сильно прогрітого тропічного повітря, що викликає посуху і суховії. Морське тропічне повітря надходить у дельту дуже рідко, його прихід супроводжується грозовими дощами.

### **3.2 Метеорологічний режим**

Для складання короткої характеристики метеорологічного режиму Ізмаїльського району Одеської області використані дані багаторічних спостережень метеостанції Ізмаїл та дані електронного ресурсу [weatherspark.com](http://weatherspark.com).

*Температура* повітря відноситься до показників, які відображають кліматичні особливості місцевості. Одним з основних є середня місячна температура повітря, що характеризує загальний фон території.

Середні багаторічні значення середньої річної температури повітря перебувають у діапазоні плюс 10-12°C; найбільші значення досягають плюс 12,2-12,6°C, найменші – плюс 9,1-9,6°C.

Зима в Придунайському регіоні порівняно тепла. Середня місячна температура повітря самого холодного місяця (січня) у с. Приморському й м. Ізмаїлі становить – мінус 1,8°C, у м. Вилкове – мінус 1,5°C.

Зима починається з другої половини грудня й триває до другої половини лютого. Протягом усього сезону спостерігається постійне чергування порівняно короткочасних вторгнень теплих і холодних повітряних мас.

Весна суха й прохолодна. Позитивні температури повітря встановлюються в березні. Погода навесні мінлива. Температура вдень нерідко підвищується до плюс 20-25°C, а при вторгненні холодного повітря знижується до мінус 10-15°C.

Літо жарке і сухе, починається в травні й кінчається у вересні. Жарка погода настає раптово. У квітні відзначаються заморозки, а в травні середня місячна температура повітря становить плюс 15,9-17,1°C, підвищуючись в окрему добу в липні до плюс 38-41 °C.

Осінь починається в жовтні й триває до другої половини грудня. Перша половина осені тепла й суха. Температура повітря повільно знижується від плюс 20-24°C до плюс 12°C. Найбільш різке зниження температури відбувається в грудні. Осінь завжди тепліше весни, що пояснюється впливом Чорного моря. Середні температури в жовтні-листопаді вище, ніж у квітні й березні на 1,5- 4,0°C.

Максимальні річні величини температури повітря досягають плюс 37,5°C (Вилкове), плюс 40,1°C (Ізмаїл). Мінімальні річні температури повітря можуть знижуватися до мінус 25,4°C (Ізмаїл) і мінус 23,2°C (Вилкове) [25].

Аналіз багаторічних змін температури повітря в Ізмаїлі й Вилкове в цілому виявив помітне потепління клімату в цьому районі гирлової області Дунаю. Відзначено прискорення росту середньої липневої і максимальної в році температури повітря в другій половині розглянутого періоду, а також підвищення середньої січневої й мінімальної температури повітря [25].

2021 рік в цілому був помірно теплим та вологим. Середня за рік температура повітря склала +11,9°C, що перевищує середнє багаторічне значення на 0,2°. Максимальна температура повітря була зафіксована 28 липня (+35,4°), мінімальна – 17 лютого (-12,9°) (таблиця 3.1).



**Таблиця 3.1 – Температурний режим у 2021 р.**

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середня, °С	2,2	1,9	4,6	9,4	16,5	20,5	24,7	24,1	17,2	10,7	7,8	3,1
Максимальна, °С	13,9	19,3	18,7	21,0	28,2	32,9	35,4	34,7	30,4	25,2	21,7	14,9
Мінімальна, °С	-12,6	-12,9	-5,7	-2,2	4,0	10,3	14,2	14,1	7,1	-0,5	-5,1	-9,5

Особливості *вітрового режиму* дельти Дунаю впливають на гідрологічні процеси, що відбуваються в дельті.

Для гирлової області Дунаю характерні слабкі й помірні вітри зі швидкістю 5-10 м/с. Середня річна швидкість вітру різних напрямків в м. Ізмаїлі змінюється від 3,4 до 4,9 м/с, найбільшу повторюваність мають вітри північних румбів (в Ізмаїлі до 40%), найменшу (28-33%) - західні й східні вітри.

Узимку відзначається перевага вітрів північної чверті, Північні – 17,34%, Північно-Східні – 13,45% і Північно-Західні – 14,42 % випадків. Частка сильних вітрів (>15 м/с) складає 0,90% випадків. Штили відзначені в 16,21% випадків.

Влітку переважають вітри Південно-Західного (14,88%), Західного (13,49%) і Південного (12,04% випадків) напрямків. Сильні вітри (>15 м/с) складають усього 0,1% від загальної кількості випадків. Збільшується частка слабких вітрів до 48,26%.

Середня роза вітрів наведена у таблиці 3.2.

Повторюваність штилів продовжує зростати (21,40% випадків). Весною та восени вітрові умови мають деякі відмінності. Весною (від січня до квітня) збільшується повторюваність південного вітру. Досить значну повторюваність має вітер з північною складовою. Восени переважають північні та північно – західні вітри. Протягом року в Придунайському регіоні найбільш часто можна відмітити вітер швидкістю 3 – 4 м/с (таблиця 3.3).

Найбільші середні швидкості (3,6 – 4,4 м/с) припадають на зимові місяці, а найменші – на літні (біля 2,9 м/с). Штили у всі пори року дуже рідкі, що пояснюється впливом моря, яке постійно підтримує контрастність температур і градієнтів тиску.

**Таблиця 3.2 – Середня роза вітрів:**

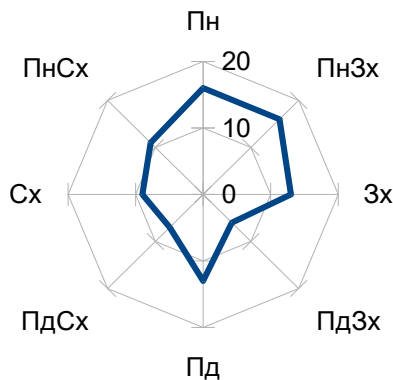
Напрямок	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
Швидкість, м/с	6,2	6,6	5,2	4,3	5,0	4,4	4,2	5,8	0,0
Повторюваність, %	16	16	7	10	12	9	7	13	10

Таблиця 3.3 – Середня місячна швидкість вітру (м/с)

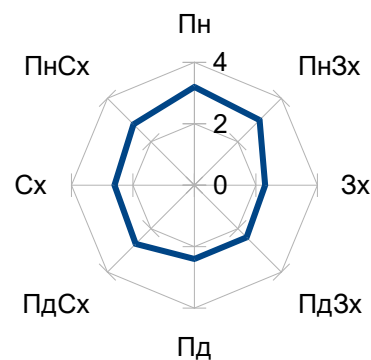
Метеостанція	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Болград	3,2	3,5	3,4	3,5	3,1	2,9	2,9	2,7	2,6	2,7	2,9	3,0	3,0
Ізмаїл	4,0	4,4	4,3	4,3	3,8	3,5	3,2	2,9	2,9	3,0	3,3	3,6	3,6

Швидкість вітру, повторюваність перевищення якої складає 5 %: 15 м/с.

У 2021 році середня швидкість вітру знаходилась в межах 2,3-3,2 м/с. Максимальна швидкість вітру досягала 19 м/с. Кількість днів з швидкістю вітру  $\geq 15$  м/с дорівнювала 24.



Повторюваність напрямків вітру по  
м. Ізмаїл



Середня швидкість вітру  
по м. Ізмаїл

**Атмосферні опади** на території дельти Дунаю випадають досить рівномірно, з невеликим зменшенням їхньої кількості в напрямку до моря. Середні річні суми опадів на метеостанціях Ізмаїл і Вилкове склали за період 1945-2003 р. 461 і 445 мм відповідно.

Улітку опади випадають переважно у вигляді злив. На цей період припадають абсолютні максимуми добової кількості опадів за весь період спостережень як в Ізмаїлі (98,4 мм), так і у Вилкове (88,7 мм).

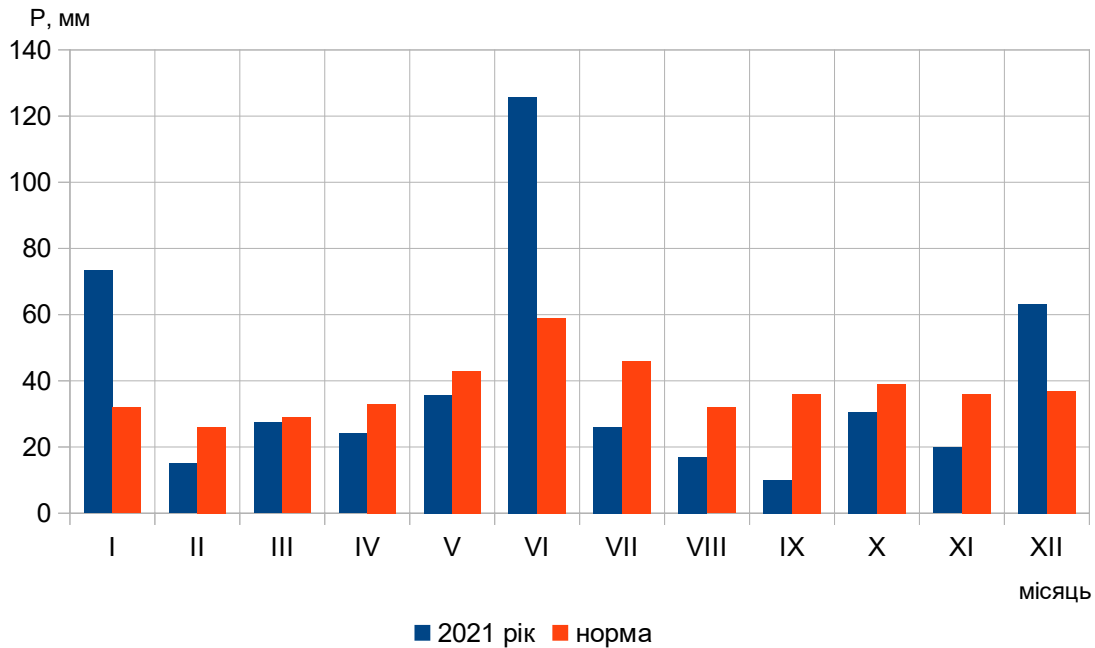
Для холодного періоду характерні опади-мряки. У листопаді випадає переважно сніг, що швидко тоне. Сніговий покрив утворюється наприкінці грудня-початку січня і відрізняється нестійкістю. Висота сніжного покриву в середньому становить 2-6 см. Середня тривалість періоду із сніговим покривом близько 25-30 днів, в окремі зими сніг зберігається 2,0 – 2,5 місяці.

Середня дата появи снігового покриву – 20 грудня, найбільш рання – 4 листопада, найбільш пізня – 9 лютого.

Сумарна кількість атмосферних опадів, що випадають в регіоні, змінюється від 370 до 525 мм/рік. Найбільша їх кількість (до 60 – 70%) випадає в теплий період (квітень – жовтень) і

становить 275 – 325 мм. В холодний період (листопад – березень) сума атмосферних опадів рідко перевищує 30 – 40% річної кількості (до 200 мм).

У 2021 році сума опадів за рік склала 468,0 мм – це відповідає 104% від багаторічної норми. Найбільша кількість опадів випала у січні (73,4 мм), червні (125,8 мм) та у грудні (63,2 мм), максимальна сума опадів за рік зафіксована у червні - 213% від норми. Найбільший дефіцит опадів спостерігався у вересні (10,0 мм) (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1 – Графік суми опадів за 2021 рік та за багаторічний період по м. Ізмаїл**

Коефіцієнт, що визначає умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері, залежний від стратифікації атмосфери: 200.

Коефіцієнт рельєфу місцевості: 1.

### 3.3 Гідрологічний режим

Територія планованої діяльності є частиною Причорноморського артезіанського басейну та характеризується досить складними гідрогеологічними умовами.

Підземні води спостерігаються майже у всіх відкладеннях. Ґрунтові води знаходяться в четвертинних і неогенових породах і характеризуються різноманітною глибиною залягання, способами і доступністю видобутку, розповсюдженням та якістю. Направленість руху в четвертинних і неогенових відкладах (ґрунтові води) в природних умовах співпадають переважно з нахилом земної поверхні, область живлення співпадає з областю розповсюдження, розвантаження проходить в долинах.

В гирлі Дунаю налічується 30 різних водних, наземних і наземно-водних екосистем, серед яких виділяють такі основні групи: водотоки (Дунай, його рукави, канали); прісні водойми (дельтові й придельтові озера); не пов'язані з морем солонуваті й солоні водойми; пов'язані з морем лагуни; води гирлового узмор'я; болота, плавні й рослинність по берегах водотоків і водойм; змішані дубові ліси; чагарники й луки.

Дельта Дунаю займає найнижчу, приморську частину долини річки, що розширюється до Чорного моря (рис. 3.2). Ця низинна територія обмежена з півночі Буджацьким, а з півдня Добруджським плато.

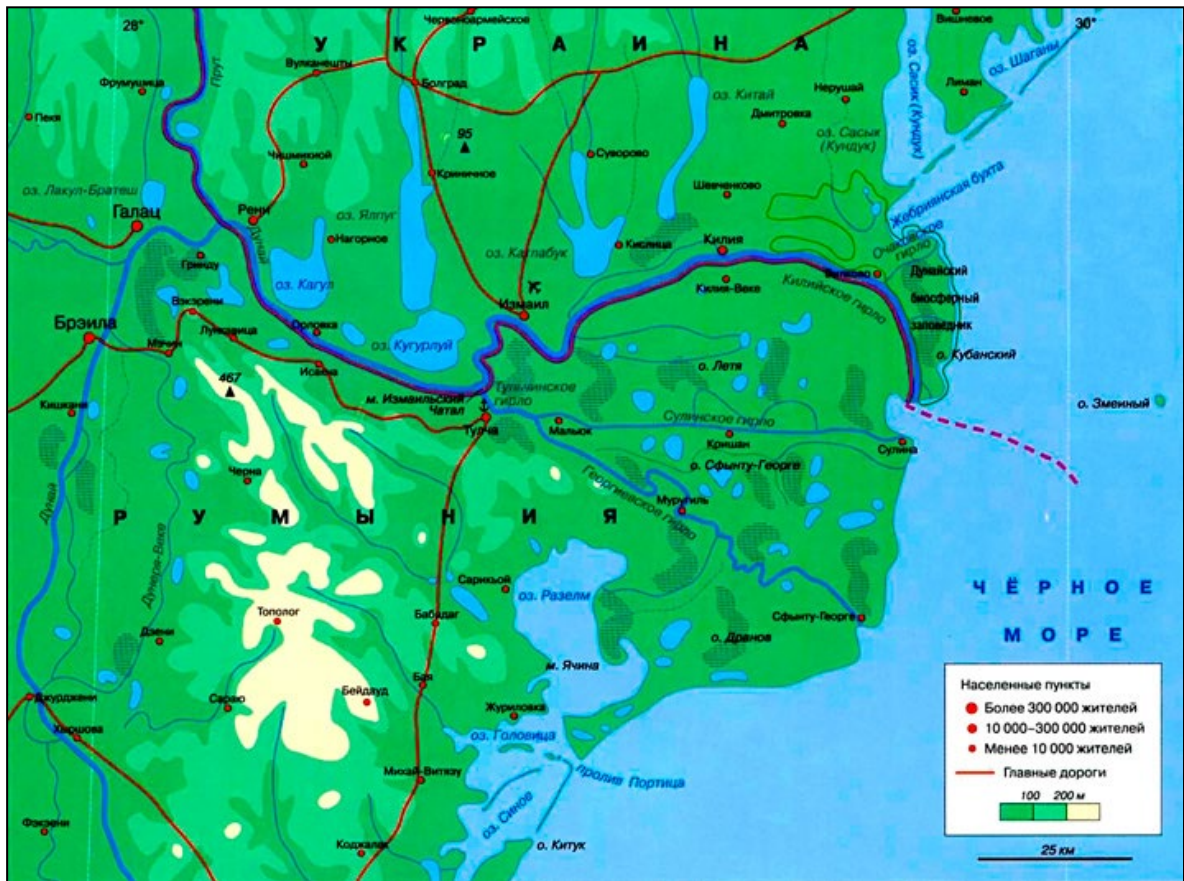


Рисунок 3.2 – Карта-схема дельти р. Дунай

Сучасна дельта Дунаю – це верхня частина річкових, озерних, лагунових і морських відкладів з густою мережею природних і штучних водотоків і водойм різного походження.

Північна границя дельти проходить від вершини дельти (місця поділу Дунаю на Кілійський і Тульчинський рукава) уздовж південних берегів озер Кугурлуй, Катлабух, Китай і лагуни Сасик, виходить до Чорного моря.

Південна границя дельти проходить від її вершини уздовж схилу Добруджського плато, охоплює правобережну заплаву всього Тульчинського рукава й верхньої частини Георгіївського рукава, а потім іде по березі озера-лагуни Разельм до Чорного моря. Східна границя дельти

збігається з її морським краєм і проходить від с. Приморського на півночі до гирла Портиця на півдні.

У вершині дельти (Ізмаїльському Чаталі) Дунай розділяється на два рукави – Кілійський (лівий) і Тульчинський (правий). Тульчинський рукав у Георгієвському Чаталі розділяється на два рукави - Сулинський (лівий) і Георгіївський (правий). Рукава Кілійський, Тульчинський, Сулинський і Георгіївський вважаються основними рукавами дельти. Кілійський рукав є прямим продовженням Дунаю в межах дельти й є найводоноснішим рукавом, тому його можна вважати головним рукавом дельти.

До придунайських і придельтових водойм відносяться прісноводні заплавні озера. На території вишукувань найбільшими з них є Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух, Китай.

Ці водойми утворилися як у результаті затоплення нижніх частин долин невеликих річок Кагул, Ялпуг, Великий і Малий Катлабух, Китай під час формування Дунайської затоки-лагуни, так і внаслідок блокування долин цих річок відкладами Дунаю й Кілійського рукава в процесі формування дельти.

При перетворенні озер на водосховища було створено низку регулюючих споруд на каналах, які з'єднують водосховища з річкою Дунай (рис. 3.3).

Найбільше водосховище Ялпуг-Кугурлуй з'єднано з Дунаєм трьома каналами: Скунда, "105-й кілометр" і Репіда.

Водосховище Катлабух з'єднане з Дунаєм каналами Громадський і Желявський.

Насамкінець водосховище Китай з'єднано з Дунаєм (точніше його рукавом Степовим) каналом Кофа.

Загальна довжина каналів, які забезпечують водообмін між Дунаєм і водосховищами, сягає 66 км.

Кількість шлюзів-регуляторів становить 21, з яких 12 розташовані поряд з Дунаєм та його рукавами. Так, два шлюзи-регулятори встановлено на каналі Кофа. Окрім того, нижче за течією розташований шлюз-регулятор Міжколгоспний (ним регулюється подача води на зрошувані поля). На березі Соломонового рукава Дунаю збудований шлюз-регулятор, який регулює подачу води в канал Дунай–Сасик.





**Рисунок 3.3 – Схема розташування придунайських озер-водосховищ та каналів**

Для дельти Дунаю характерна загальна тенденція зосередження стоку в найбільших магістральних рукавах і відмирання більш дрібних другорядних рукавів.

Зосередження стоку в окремих рукавах веде до більш активного розмивання їх русел і збільшення глибин. Відмирання більш дрібних рукавів супроводжується зміною гідрологічних та гідрометричних параметрів, замуленням русел та зменшенням їх розмірів і водності, що неодмінно спричиняє порушення режиму взаємопов'язаних з ними підземних (грунтових) вод.

Одним із основних напрямків зосередження стоку в дельті Дунаю є напрямок Дунай – рукав Кілійський – рукав Старостамбульський – рукав Бистрий.

### ***Геологічні і гідрогеологічні умови***

У геологічній будові розглянутої території беруть участь палеозойські, мезозойські і кайнозойські породи. Усі відкладення, крім кайнозойських, залягають на великій глибині. Враховуючи, що найбільш древніми осадовими відкладами, що залягають вище базису сучасної ерозії, є породи меотичного ярусу, серед кайнозойських відкладень тільки четвертинні та неогенові відклади мають значення для оцінки екологічної безпеки плануємої діяльності з поглиблення русла Кілійського рукава [26].

У розрізі четвертинних відкладень залягають дрібно- і середньозернисті вапнові піски, в яких зустрічаються лінзи і прошарки слабозцементованих пісковиків, мергелі зеленуватого і світло – сірого кольору щільні і тріщинуваті, глини та алеврити. Загальна потужність їх до 700 м.

Неогенова система розповсюджена повсюдно і представлена міоценовими (сарматський і меотичний яруси), нерозчленованими міоценовими та пліоценовими (понтійський, кімерійський, куяльницький яруси) відкладами. Загальна потужність до 617 м. Понтійські

вапняки перекриті комплексом глиняних порід зеленуватого, сіро – зеленого і частіше за все червоно – бурого кольорів [27].

Вони важкого гранулометричного складу, карбонатні, гіпсовані, засолені легкорозчинними солями, потужністю 4 -10 м. Виконуючи функцію водотриву, ці глини відіграють важливу роль в процесі формування ландшафту і ґрунтів.

Верхньопліоценові алювіальні відкладення терас представлені різними за складом пісками з прошарками глини й включеннями гравію та гальки. Залягають вони на глибинах від 1м до 30 м. Потужність алювію коливається від 1м до 25 м.

У гідрогеологічному відношенні описувана територія належить до південно-західної частини Причорноморського артезіанського басейну. У межах розглянутої території виділені водоносні горизонти, приурочені до відкладень четвертинної, неогенової, палеогенової, крейдової і юрської систем [26-28].

Практичне значення для висвітлення гідрогеологічних умов мають лише води четвертинних та неогенових відкладень. Слід відзначити, що ґрунтові води четвертинних алювіальних відкладень гідравлічно пов'язані з водами р. Дунай і озерами. Мінералізація вод змінюється від 0,5 г/дм<sup>3</sup> до 1,3 г/дм<sup>3</sup>. Відповідно змінюється й тип ґрунтових вод від гідрокарбонатно-хлоридного кальцієво-натрієвого до сульфатного натрієво-магнієвого.

Річний хід рівня води в гирловій області Дунаю характеризується наступними сезонними коливаннями: весняно-літнім водопіллям, літньо-осінньою меженню, осіннім паводком, зимовою меженню й зимовим паводком.

Весняне водопілля на Дунаї зазвичай відбувається двома хвилями. Перша хвиля формується за рахунок танення снігу в рівнинній частині басейну, друга – за рахунок танення снігу в горах і дощів.

У низов'ї обидві хвилі зливаються, утворюючи одну тривалу в часі хвилю водопілля.

Найвищі рівні водопілля настають у середньому 20-23 травня і тривають 2-4 дні. Мінімальні річні рівні спостерігаються в період із серпня по березень, але найчастіше в жовтні-листопаді. Рівні дунайської води по гідростворах Рені й Ізмаїла залежать в основному від витрат у вершині дельти (м. Рені).

### *Загальна характеристика гирлової ділянки Дунаю*

Характерною особливістю гирлової ділянки Дунаю є розгалужена дельта, площа якої становить 2500,0 км<sup>3</sup>. Поверхня є величезною болотистою низовиною. Майже всю територію дельти займають плавні, порізані в усіх напрямках мережею численних проток та озер.

На території досліджень виділяють три види озер: озера-лимани, материкові та плавневі озера. Озера-лимани розміщуються на узбережжі Чорного моря. Вони відокремлені від моря

піщаними пересипами та утворені в результаті затоплення гирлових ділянок долин річок морем. Вода в цих озерах гірко-солоня.

Материкові та плавнені озера приурочені до області Дунайських плавнів. Вони являються затопленими гирлами річок, та впадають у р. Дунай. Найбільшим з таких озер є прісне озеро Китай.

Найбільшою річкою на території досліджень є Дунай, яка має субширотний напрямок течії. На території досліджень вона представлена Кілійським гирлом, від якого відходить велика кількість другорядних рукавів. Найбільший рукав – Кислицьке гирло, з яким пов'язані чисельні рукава, що перетинають поверхню заболочених плавнів у різних напрямках [34, 35]. Гирла часто утворюють острови: Салмановський, Єрмаків та інші. Глибина в Кілійському гирлі змінюється у межах 10-25 м, зустрічаються переكاتи глибиною 5 м. Висота берегів складає 1,5-2,5 м, місцями береги зливаються з поверхнею плавнів. Зустрічаються обривисті ділянки. Біля м. Вилкове знаходиться вершина дельти Кілійського гирла, яка розпадається на мережу чисельних рукавів і протоків при впадінні в Чорне море. Всього у дельті Кілійського гирла нараховується до 25 основних і 42 другорядних рукавів – гирл Кілійський. Найбільш значними і суднохідними серед них є Старостамбульське (Велике) та Очаківське гирла. Першим – протікає 52,0 %, другим – близько 41,0 % стоку Кілійського рукава [34-37, 39].

Дельта Дунаю починається дещо вище від м. Ізмаїл біля Ізмаїльського Чаталу, де річка поділяється на два рукави: лівий – Кілійський і правий – Тульчинський. Кілійський рукав (довжина 117,0 км), є найбільш водонесимим - стікає 67,0 % загального стоку Дунаю; Біля м. Вилкове (18,0 км вище від гирла) Кілійський рукав розгалужується на численні рукави, які впадають у Чорне море та, у свою чергу, утворюють дельту Кілійського рукава площею 195,0 км<sup>2</sup>.

**Особливості стоку р.Дунай.** Середньорічна витрата Дунаю в гирлі становить 6430,0 м<sup>3</sup>/с, що відповідає середньорічному об'єму стоку 203,0 км<sup>3</sup>. У посушливі роки водність Дунаю значно менша і річний стік становить від 123 км<sup>3</sup>/рік (1921 р.), у багатоводні зростає до 313 км<sup>3</sup>/рік (1941 р.) [36].

Найбільш багатоводними місяцями на Дунаї є квітень, травень, і червень: на частку кожного випадає до 10-12 % річного стоку. Мінімальний стік спостерігається у вересні - жовтні (5,5 - 6 % річного стоку) [25, 26]. Максимальні добові витрати води за більш як 100 років у весняне водопілля досягають 12-16 тис. м<sup>3</sup>. В межень вони знижуються до 1,3-1,5 тис.м<sup>3</sup> [34].

Характерною особливістю внутрішньорічкового розподілу стоку нижнього Дунаю є відносно мала його мінливість у різні сезони та роки, що свідчить про високий ступінь зарегульованості річки. Наприклад, у березні - липні в середньому щомісячно протікає 9,0–12,0 % річного стоку, у серпні-лютому – 6,0–8,0, під час весняного водопілля – близько 80,0–85,0.



У пониззі Дунаю спостерігаються згінно-нагінні зміни рівнів, зумовлені дією вітрів відповідних напрямків, сили і тривалості (особливо на ділянці до м. Вилкове).

Дунай несе велику кількість завислих речовин. Твердий стік у середньому досягає 75,5 млн. т за рік, а бували роки, коли він сягав максимальних величин – 178,0 млн. т на рік. Більша частина цього стоку виноситься через - Кілійський рукав (близько 58,8 млн. т/рік). Середня річна мутність дунайської води становить близько 320,0 г/м<sup>3</sup>. Дунай - найбільш мутна річка Європи. Мутність дунайської води в районі м. Вилкове на рівні 850 - 880 і навіть 1300 г наносів.

Унаслідок м'якої зими тривалість льодових явищ у пониззі Дунаю невелика – 37–44 дні (із першої декади січня – до першої декади березня). Льодостав утворюється лише під час суворих зим.

*Рівневий режим* дельти Дунаю зумовлений двома основними факторами: зміною водного стоку й згінно-нагінними коливаннями рівня гирлового узмор'я. При цьому стокові коливання рівня виражені досить чітко на всій території дельти. Згінно-нагінні коливання впливають на приморську частину дельти, і тільки в межень їхній вплив поширюється до вершини дельти й далі [40, 41].

Річний хід рівня води в гирловій області Дунаю характеризується наступними сезонними коливаннями: весняно-літнім водопіллям, літньо-осінньою меженню, осіннім паводком, зимовою меженню й зимовим паводком.

Весняне водопілля на Дунаї зазвичай відбувається двома хвилями. Перша хвиля формується за рахунок танення снігу в рівнинній частині басейну, друга – за рахунок танення снігу в горах і дощів. У низов'ї обидві хвилі зливаються, утворюючи одну тривалу в часі хвилю водопілля.

Найвищі рівні водопілля настають у середньому 20-23 травня і тривають 2-4 дні. Мінімальні річні рівні спостерігаються в період із серпня по березень, але найчастіше - в жовтні-листопаді. Рівні дунайської води по гідростворах Рені й Ізмаїла залежать в основному від витрат у вершині дельти (м. Рені). Швидкість течії р. Дунай при середніх рівнях становить 0,7-1,4 м/сек, при високих – 1,9-2,5 м/сек.

Щорічно на ділянці річки Дунай від м.Рені і далі від витоку до гирла Кілійського рукава спостерігаються три характерних фази сезонних коливань рівня.

У зимовий період режим рівнів характеризується великою нестійкістю і залежить від погодних умов.

Весняне водопілля на р. Дунай в середньому починається в першій декаді лютого – це перший підйом рівня, в другій декаді квітня - другий, значніший підйом рівня. Спад весняного водопілля наступає в кінці червня.

Найбільша інтенсивність спаду рівнів вершини дельти Дунаю до вершини Кілійської дельти спостерігається в серпні.

У вересні-жовтні в дельті встановлюється нетривала осіння межень з найнижчими рівнями в році.

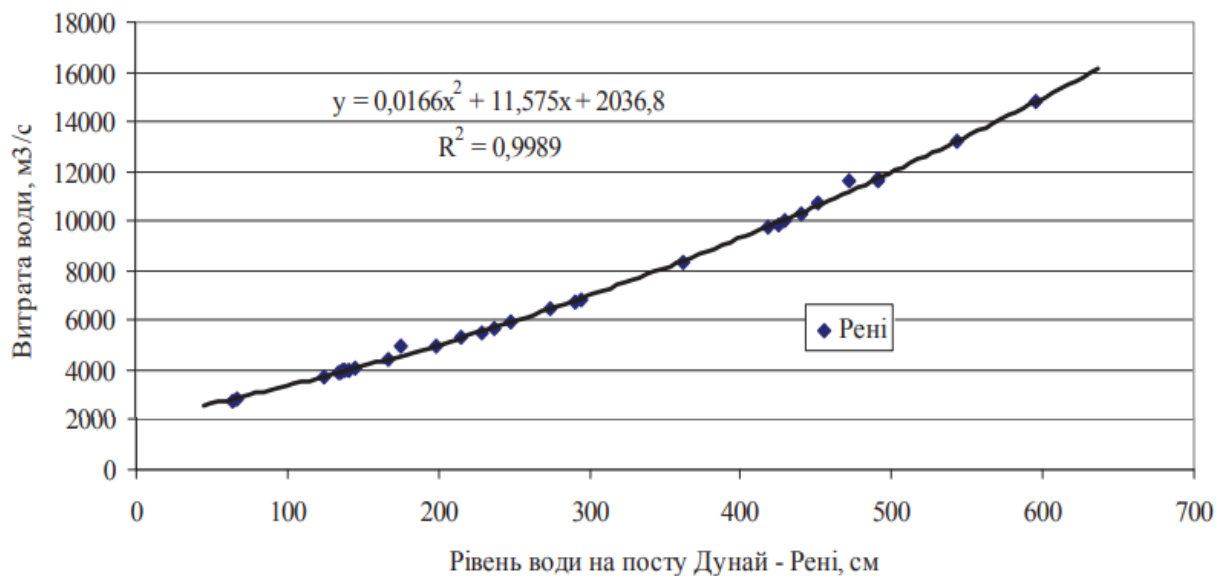
Особливість режимів річки на українській ділянці нижче м. Рені полягає в збільшенні водного стоку, що відбувається в теплу пору року, й обумовлюється припливом зверху маломінералізованої (головним чином талої й дощової) води. У холодну пору року приплив цієї води значно зменшується, що викликає підвищення мінералізації води.

**Особливості динаміки рівнів води в Кілійському рукаві та затоплення територій.** Дослідженнями [46, 47] встановлено тісну пряму поліноміальну кореляційну залежність між рівнем води (Н) на посту Дунай – Рені і витратами (рисунок 3.4). Витрата води (Q) в залежності від рівня води (Н, см) визначається за формулою:

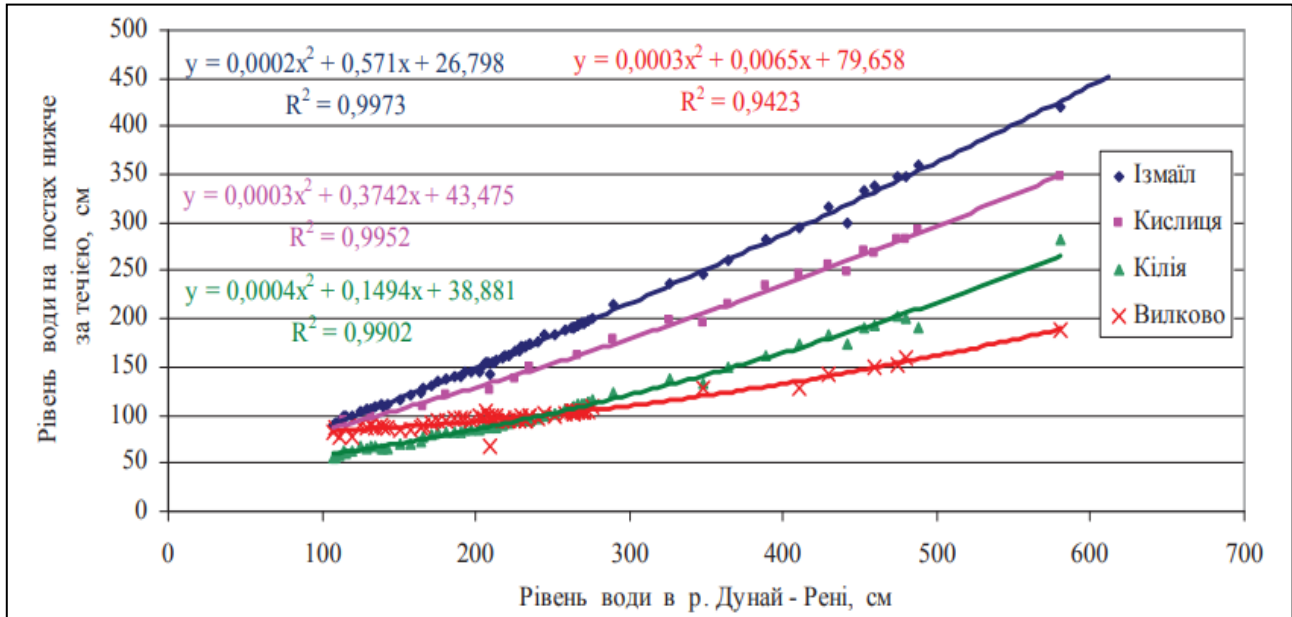
$$Q \text{ (м}^3\text{/с)} = 0,0166 \text{ Н}^2 \text{ (см)} + 11,575 \text{ Н} + 2036,8$$

Рівні води на гідрологічних постах Дунаю нижче Рені (Ізмаїл, Кілія, Вилкове) мають обернений тісний кореляційний зв'язок з відмітками в Рені на одні і ті ж дати (рисунок 3.5) [36, 41, 46].

Коливання рівня води (між найвищими й найнижчими відмітками) протягом року в пункті спостережень Рені перевищували 400 см в 1953, 1954, 1963, 1970, 1980, 2010, 2011 і ін. роках. А це значить, що максимальні річні витрати в ці роки перевищували 9300 м<sup>3</sup>/с. Найвищий історичний рівень за час спостережень (1860-2012 рр.) в Рені становить 619 см (6.07.2010 р.).



**Рисунок 3.4 - Кореляційна залежність між рівнем води на посту Дунай–Рені і витратами**



**Рисунок. 3.5 - Залежність рівня води на постах нижче за течією від рівня води в пункті спостережень Дунай–Рені на одні і ті ж дати**

З приведених на рисунку 3.5 рівнянь і ліній регресії випливає, що при рівні води в Рені 581 см, рівень води в Ізмаїлі буде 420 см, в Кислиці – 348 см, Кілії – 282 см, Вилковому – 189 см.

Річна амплітуда коливань рівня води в вершині дельти Дунаю (м. Рені) і біля моря змінюється приблизно від 5,0 до 0,5 м. При цьому максимальна амплітуда коливання рівня води в річці складає: для Рені – 6,2 м, Ізмаїлу – 4,4, Кілії – 2,6, Вилковому – 1,7, Прірви – 0,8 м [41, 46]. Мінімальні рівні води Дунаю в дельті спостерігаються найчастіше в жовтні – січні.

Весняна повінь на Дунаї є досить тривалою, в середньому близько 4 місяців (в 1941р. повінь тривала до 216 діб). В попередні роки підняття рівня води в Дунаї означало затоплення заплави. При піднятті рівня води до відмітки 500 см майже вся територія заплави (95 % до 1955 р) покривалась водою і відбувався природний водообмін з озерами. З метою захисту території від затоплення побудований комплекс протипаводкових споруд уздовж лівого берега Дунаю від м.Рені до м.Вилкове, що змінило гідролого-гідрогеологічний режим території.

### 3.4 Ґрунтові умови

Територія Одеської області пов'язана фрагментами трьох різновікових тектонічних елементів. Основу південно-західної частини становить Придобруджинський прогин, де на палеозойському комплексі порід потужністю понад 3 км залягають юрські карбонатно-теригенні відклади потужністю до 2,5 км. Крайня північна частина лежить на південному схилі Українського щита, що складений кристалічними породами. На чорноморському узбережжі, на південь від відслоненого контура щита поверхня порід поступово занурюється на глибину до 2

км. На ці структури накладений карбонатно-теригеновий комплекс порід Південно-Української монокліналі: неогенові піски, глини, вапняки, палеогенні глини, алевроліти, пісковики, піски, мергелі, крейдові мергелі, вапняки, пісковики. Корінні породи перекриті пліоцен-антропогенними червоно-бурими глинами і антропогенними лесоподібними утвореннями.

Переважна частина Одеської області лежить на Причорноморській низовині, що поступово знижується на південний схід – від 150 м до 20–30 м. У гирлі Дунаю подекуди висота до 2 м. На південному заході області – відроги Подільської височини (висота у межах області до 288 м); на північному сході – відроги Придніпровської височини (хвилясті вододіли підносяться до 160–200 м); на південному заході – Центральномолдовські рівнини (висота коливається від 200 м до 50–100 м). На схилах долин – зсуви та яри; на узбережжі – акумулятивні форми рельєфу, зокрема й дельти, коси.

Ізмаїльський район розташований у Причорноморській низовині. Поверхня – плоска і полого-хвиляста алювіально-лиманна лесова рівнина, розчленована долинами та балками. Корисні копалини: бутовий камінь, щебінь, глина, пісок, вапно.

Причорноморська низовина є молодією крейдово-кайнозойською синеклізою, яка накладена на різновікові тектонічні елементи Східно-Європейської платформи і Скіфської плити. У сучасному тектонічному плані є гетерогенним за віком складчастої основи субширотним прогином блокової будови, виконаним товщою мезозойсько-кайнозойських відкладів, сформованим в пізньому мезозої внаслідок опускання краю платформи по розломах. Западина є накладеною платформною структурою, яка складається з двох депресій – крейдової і палеогенової. Перша має північно-західне простягання, а палеогенова – субширотне. Потужність крейдових і палеогенових відкладів зростає у південно-східному напрямку, падіння порід моноклінальне на південь і південний схід. Південний борт Причорноморської западини має складний рельєф фундаменту. Породи, які складають западину, залягають на розмитій поверхні гетерогенного складчасто-метаморфічного фундаменту Скіфської плити. Це обумовило формування витягнутої в широтному напрямку низки позитивних структур.

Головні особливості формування ґрунтового покриву в дельті Дунаю:

- 1) різноманіття форм рельєфу, достаток вологи й змінний режим затоплення земель визначають дуже велику різноманітність типів ґрунтів і мозаїчність їхнього поширення;
- 2) найбільш сприятливі умови для формування ґрунтового покриву є на природних прируслових грядах (валах) і підвищених частинах дельти;
- 3) багата рослинність служить джерелами збагачення ґрунтів гумусом і органічною речовиною.

Земельні ресурси Одеської області представлені здебільшого чорноземними ґрунтами з високою природною родючістю. Їх розміщення має яскраво виражений зональний характер.

Північну лісостепову частину Одеської території покривають опідзолені чорноземи та їх реградовані різновиди. В багатьох місцях зустрічаються сірі лісові ґрунти.

Ґрунтовий фон у Ізмаїльського району складають чорноземи звичайні та чорноземи південні, в межах Придунайської терасової рівнини та на південно-заході вододільної рівнини – виключно міцелярно-карбонатні. Чорноземи сформулювались в умовах типчаково-ковилової та полинно-типчаково-ковилової рослинності в поєднанні з деякими одно- та дворічними травами.

По гранулометричному складу чорноземи звичайні важкосуглинисті, до півдня склад дещо полегшується, і в межах терасової рівнини домінують середньосуглинисті різновиди чорноземів південних. В профілі чорноземів звичайних на глибині 85-120 (130) см добре виражений горизонт білоглазки (звичайно горизонт Phca), в південних чорноземах він наближається до глибини 65-90 см. Зміст карбонатів у цьому горизонті досягає 17-22%. Гіпсовий горизонт у профілі чорноземів до глибини 2-3 м не простежується. Початкові чорноземи не засолені до глибини 5-7 м, а частіше і глибше.

На приморських косах і пересипах формуються дерново-піщані ґрунти, в дельтах річок Дунай та Дністер – дерново-глеєві, мулово-глеєві та торфово-глеєві ґрунти.

#### ***Залежність стану ґрунтів від джерел зрошення***

Степова зона півдня України відзначається жарким, посушливим кліматом. Сонячної енергії і тепла тут цілком достатньо для розвитку культур з найдовшим вегетаційним періодом і отримання високих врожаїв. Але невелика кількість опадів при значному надходженні теплових ресурсів призводить до того, що ведення землеробства в зоні південного степу України знаходиться на межі постійного ризику.

Вплив мінімуму фактора вологи не можна замінити жодним із усіх інших відомих чинників урожайності. Тому вирішальне значення для підвищення продуктивності в умовах посушливості надається зрошенню, тобто додатковому залученню вологи, потрібної для формування заданого рівня врожайності.

Зменшення негативного впливу ґрунтової і повітряної посухи на продукційні процеси культур, оптимізація умов їх вирощування може бути досягнуто лише за рахунок зрошення.

На даний час зрошування внесло істотні корективи в якісний склад солей в ґрунтах. Іонна структура солей зазнала різкі несприятливі з погляду родючості зміни. У складі катіонів значно збільшився вміст  $\text{Na}^+$ , а у складі аніонів –  $\text{Cl}^-$ .

У еквівалентних співвідношеннях натрію стало в 2 - 3 рази більше, ніж кальцію (у незрошуваних ґрунтах відношення  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  дорівнює 0,2-1).

Результатом цих якісних змін є різке збільшення токсичних солей у профілі зрошуваних чорноземів. Якщо в гумусованій частині профілю незрошуваних чорноземів токсичні солі

складають 40 - 50% від суми всіх солей, то під час зрошування їх частка збільшується до 60 - 80%. За сумою токсичних солей зрошувані чорноземи дуже часто переходять до категорії слабозасолених, а в перехідних горизонтах профілю навіть до категорії засолених.

Вторинне осолонцювання є першопричиною всіх численних негативних змін властивостей ґрунтів. Часткова заміна  $\text{Ca}^{2+}$  в ґрунтово поглинальному комплексі на  $\text{Na}^+$  призводить до підвищення термодинамічного потенціалу органічних і мінеральних колоїдів, переводить їх зі стану необоротної коагуляції, в якому вони знаходилися під впливом іонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ , у стан оборотної коагуляції.

Зі зниженням концентрації ґрунтового розчину відбувається пептизація колоїдів. У результаті цього різко підвищується ступінь дисперсності ґрунтів (у 2 - 3 рази), відбувається руйнування макро- і мікроструктури, погіршуються фізичні і фізико-механічні властивості (щільність, аерація, набухання, клейкість, в'язкість тощо), значно знижуються фільтраційні властивості (іноді більше ніж на порядок). При висиханні такі ґрунти утворюють міцні кірки та брили, що призводить до зниження родючості.

### *Джерела зрошення*

Джерелами зрошення на території досліджень є озера Кугурлуй, Каталбух і Китай.

Вони сполучаються з р. Дунай протоками. Водний баланс озер визначається в основному надходженням води за рахунок атмосферних опадів, випаровування з водної поверхні озер і самопливним водообміном з Дунаєм. Донорська вода в р. Дунай в прибутковій частині балансу водойм становить в середньому 50 %, надходження з атмосферними опадами – понад 30 %.

У витратній частині водного балансу середній багаторічний об'єм скидів води в р. Дунай орієнтовно становить біля 27 %, витрати на транспірацію і випаровування з водної поверхні озер – біля 54 %.

На інші джерела надходження та витратної частини балансу приходиться відповідно 20 % та 19 % [23].

В залежності від статей водного балансу водойм відбувається формування їх гідрохімічного режиму, а отже і хімічного складу зрошувальної води. Гідрохімічний режим озер великою мірою залежить від об'ємів їх наповнення і спрацювання.

Якість зрошувальної води за екологічними критеріями оцінюється за величиною мінералізації, водневому показнику рН, температурі води, вмісту макро- і мікроелементів, співвідношенню іонів, санітарно-гігієнічним показникам.

Зрошувальна вода з рН 6,5-8,0 придатна для сільськогосподарських культур на усіх типах ґрунтів. Допустиме використання води з рН 6,0-8,4.

Оцінка якості зрошувальної води при близькому заляганні рівня підземних вод (<3м) враховує мінералізацію та хімічний склад підземних вод. У даному випадку при заляганні рівня ґрунтових вод, що дорівнює 6 м, їх мінералізація ролі не відіграє.

Найважливішим показником є вміст у поливній воді іонів натрію, кальцію, магнію і їх співвідношення. Склад зрошувальної води зумовлює склад обмінних катіонів, які значною мірою впливають на більшість властивостей ґрунтів і, перш за все, на їх агрегатний стан. Якщо кількість натрію, адсорбованого ґрунтовим поглинальним комплексом (ГПК), перевищує 5 - 10% загального складу катіонів у ГПК, то ґрунти стають дисперсними і слабо проникними. Якщо переважним катіоном, адсорбованим ГПК, є кальцій, ґрунт має тенденцію до оструктурювання, легко оброблюється і водопроникність його достатньо висока.

Це свідчить про важливу роль якості зрошувальної води в формуванні структури і екологічного стану ґрунтів на територіях меліоративної діяльності в Дельті Дунаю.

### ***Режим експлуатації озер - водоймищ в умовах меліоративної діяльності***

Для підтримки якості води в озерах наприкінці осені - початку зими, після вегетаційного періоду, коли на річці Дунай спостерігаються низькі рівні, через шлюзи проводиться скидання мінералізованих вод водоймищ у Дунай. У період весняно - літніх паводків і, якщо дозволяють рівні р. Дунай, до травня - червня проводиться наповнення водойм слабомінералізованою дунайською водою. Після чого шлюзи закриваються, і водойми вступають у фазу простою.

Мінералізація в системі водоймищ змінюється таким чином, що до початку вегетаційного періоду за рахунок припливу дунайської води вона зменшується. Потім, з огляду на невелику кількість опадів, відсутність водообміну з Дунаєм, надходження мінералізованих вод зі стоком малих річок і бічним припливом, а також значне випаровування, мінералізація зростає поступово, практично до початкових величин. Придунайські водоймища поповнюються водою також за рахунок поверхневого стоку. Річки, що впадають у озера, мілководні, улітку на тривалий час пересихають.

Оскільки гостро ставиться питання про якість зрошувальних вод та про відповідність їх нормативним вимогам, до початку вегетаційного періоду середня мінералізація у водоймищах повинна перебувати в межах  $1 \text{ г/дм}^3$ , а тому, що основним донором придунайських водойм (основним джерелом водообміну водоймищ) є Дунай, його вплив у водно-сольовому балансі водоймищ є визначальним.

Гідрохімічний режим озер великої мірою залежить від об'ємів їх наповнення і спрацювання, які в свою чергу обмежені їх корисним об'ємом. Крім того, оскільки водообмін має самопливний характер, то наповнення водойм до НІР і спрацювання рівнів води до РМО, багато в чому залежать від рівнів води в р. Дунаї. У маловодні роки через дуже низькі рівні води в Дунаї наповнення озер неможливе протягом тривалого періоду.

Навпаки, в багатоводні (в осінній період) на Дунаї роки вельми проблематичним є скидання мінералізованих вод озер у р. Дунай.

Отже, за наявної системи водообміну між р. Дунай і озерами не завжди можливий водообмін у потрібних для забезпечення якості води в озерах об'ємах, що призводить до дуже

негативних наслідків, які стосуються рівнів води в озерах, мінералізації і якості води за біологічними показниками. Тому оптимальне управління водним режимом водоймищ при самопливному їх наповненні ускладнене, головним чином, через динаміку рівнів р. Дунай.

Режим нормальної експлуатації озер передбачає досягнення мінімальної величини мінералізації.

Для урахування екологічних вимог і вимог інших зацікавлених галузей розроблені правила режиму експлуатації гідротехнічних споруд які рекомендують наступний режим роботи:

- у січні - лютому – простій у роботі всіх гідротехнічних споруд (шлюзи закриті);
- у березні і квітні (виходячи з метеоумов) – самопливне наповнення озер, відкриті всі шлюзи.

При низьких рівнях на Дунаї закриті шлюзи на каналах, а наповнення здійснюється за допомогою насосної станції. З травня по вересень здійснюється примусове підкачування води для підтримки рівнів води при НІР або близьких до них.

- у жовтні - листопаді здійснюється самопливне скидання води.

Відкриті шлюзи.

- у грудні – простій у роботі всіх гідротехнічних споруд, усі шлюзи закриті.

Об'єми і режим спеціальних попусків у нижній б'єф. Спеціальні попуски з озер несуть промивну санкцію і передбачені в жовтні-листопаді залежно від обстановки, що склалася. За сучасних умов об'єм водоспоживання промивного скидання коливається залежно від водності року. Метою промивних скидань є поліпшення показників якості води, зменшення їх мінералізації.

Слід відзначити, що апріорі якість води в джерелах зрошення та режим зрошення на територіях, що знаходяться в межах міграції лінії берегового регулювання р. Дунай, мають досить значний вплив на гідрохімічний режим поверхневих вод Кілійського рукава.

Таким чином, за рахунок зрошувальної меліорації ґрунтові умови можуть з часом змінюватися в небажаному напрямку за рахунок погіршення якості води в джерелах зрошування (Кугурлуй, Каталбух, Китай). Поглиблювальні роботи в руслі Кілійського рукава дозволять оздоровити якість річної води і тим самим покращити якість зрошувальних вод.

### **3.5 Гідрохімічні умови**

В регіоні спостерігається дев'ять водоносних горизонтів. Глибина до водоносних шарів складає від 20 – 30 м. Мінералізація підземних вод від 5 до 3 г/л, що значно перевищує нормативну. За хімічним складом переважають – гідрокарбонати, хлоридні, хлоридно – сульфатні, сульфатні, натрієві.



Згідно з наказом Міндовкілля від 05.01.2022 р. № 1 «Про затвердження Програми державного моніторингу вод» та наказом Держводагентства від 12.01.2022 р. № 5 «Про впровадження Порядку здійснення державного моніторингу вод» Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю здійснює державний моніторинг поверхневих вод в 21 пункті спостереження басейну р. Дунай, а саме: р. Дунай (8 пунктів), водосховища Кагул, Ялпуг-Кугурлуй (3 пункти), Катлабух (2 пункти), Китай, озеро Саф'яни та річки Карасулак, Великий Ялпуг, Киргиж-Китай, Нерушай, Ташбунар). Із них чотири є транскордонними.

На водних об'єктах Кілійського рукава дельти Дунаю (у межах Ізмаїльського району Одеської області) здійснюється державний моніторинг вод в районах м. Кілії, м. Ізмаїл, м. Вілкове (усього 7 пунктів), а також на озерах Кагул, Ялпуг-Кугурлуй (3 пункти), Катлабух (2 пункти), Китай.

За програмою спостережень діагностичного моніторингу визначаються температура води, рН, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК5,) хімічне споживання кисню (ХСК), іонний склад, азотні та фосфорні сполуки. Спостереження у пунктах діагностичного моніторингу проводяться щомісячно.

За програмою спостережень діагностичного моніторингу визначаються температура води, рН, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК5,) хімічне споживання кисню (ХСК), іонний склад, азотні та фосфорні сполуки. Спостереження у пунктах діагностичного моніторингу проводяться щомісячно. Пости гідрологічного спостереження на р. Дунай, Кілійське гирло розташовані біля м. Ізмаїл і м. Кілія.

У дельті Дунаю відмічені нормативні величини за показниками азот амонійний, азот нітратний, СПАР і нафтопродукти. Ці показники не перевищують відповідних ГДК для поверхневих водних об'єктів. Вміст фосфатів і кисню також знаходились у межах допустимих величин.

За статистичними даними у 2021 році в басейн Дунаю скинуто 32 млн. куб. м забруднених стічних вод.

Найбільш забрудненою із усіх транскордонних створів залишається вода у пункті моніторингу р. Киргиж-Китай (49 км, с. Малий Ярославець). Протягом року у зазначеному пункті спостерігалось перевищення нормативних значень вмісту показників сольового складу, а саме: сухий залишок був у межах – 1378,26 - 3736,24 мг/дм<sup>3</sup>, сульфат-іони були в межах – 653,10 - 1855,00 мг/дм<sup>3</sup>. У досліджуваних пробах виявлено вміст пестицидів, гербіцидів ароматичних вуглеводних речовин та важких металів.

Перевищення екологічних нормативів якості для пріоритетних речовин, визначених наказом Міністерства екології та природних ресурсів від 14.01.2019 р. № 5 не зафіксовано.

Відповідно до Порядку здійснення державного моніторингу вод на транскордонних ділянках з Румунією здійснюється діагностичний моніторингу масивів поверхневих вод. Протягом 2021 року показники якісного стану вод перебували без суттєвих змін. Спостерігалось коливання вмісту показників органічного забруднення (біохімічного та хімічного споживання кисню). Вміст розчиненого у воді кисню протягом року у створах спостережень знаходився у межах оптимальних значень для водних об'єктів.

За результатами досліджень пріоритетних забруднюючих речовин виявлено вміст:

- пестицидів та гербіцидів – тетрахлорметан (чотирихлористий вуглець), трихлорметан (хлороформ), флуорантен, нонилфеноли (4-нонилфенол).
- ароматичних вуглеводних речовин – нафталін;
- важких металів – нікель, свинець.

### 3.6 Стан флори і фауни

Одеська область розташована у двох природних зонах: лісостепу і степу. Переважна більшість території області розташована у степовій зоні, лише на північному заході – у лісостеповій. Область є малолісною та лісодефіцитною.

**Рослинний покрив** регіону переважно степовий. За сучасним геоботанічним районуванням території входять до Дунай-Дністровського геоботанічного округу з типчаково-ковилевими і полинно-типчаково-ковилевими степами у комплексі з галофітними угрупованнями та солонцюватими луками. Окремо виділяється Дунайський геоботанічний плавнево – дельтовий район з осоково-очеретяними заростями – плавнями. Плавневі ліси займають близько 10% площі плавнів Дунаю. Представлені вони формацією верби білої. Ґрунти під цими лісами болотні.

Для південно-степової підзони характерно переважання в травостої типчаково-ковильних асоціацій і зменшення долі степового різнотрав'я, котре наведено ефемерами (крупка, вероніка), ефемероїдами (гусяча цибуля, тюльпани, степовий гіацинт), а в пониженнях рельєфу вологолюбивими видами (люцерна румунська, шалфей сухостеповий і ін.). На узбережжі Чорного моря в травостої домінують типчак, житняк гребенчатий, ковила колосовидна, полин.

Значне місце у флорі належить водній рослинності. Вона представлена некоріненими вільно плаваючими, вкоріненими зануреними, вкоріненими з плаваючими листками та повітряно-водними формами.

В долинах річок і в заплаві р. Дунай мають розвиток заплавні луки галофільного типу. Для них характерними є: лисохвіст луковий, пирій повзучий, морквітник солончаковий, ситник Жерарда, полин морський, кермек Мейера, айстра солонцюва, петросімонія, подорожники солончакові і солонцюваті. Під ними розвиваються луко – чорноземні солонцюваті ґрунти, які

мають добре виражений ілювіальний горизонт. У смузї переходу заплав в солоні лимани мають розвиток мокрі солончакові луки, які складаються з типових сукулентних галофітів (солонець, содник простертий). Під ними за умови близького залягання мінералізованих ґрунтових вод формуються солонці і солончаки.

Низовина Дунаю зайнята плавнями, де поширені високотравні болота з очерету, бульбокомишу, куги, рогози, осоки; на узбережжях і в пониззях заплав – солончакові луки.

Лісом зайнято не більше як 6,2 % території. Загальна площа земель лісовий фонд що перебувають в постійному користуванні державних лісгосподарських підприємств 140 393 га.

Головні лісові породи: дуб звичайний і скельний, клен гостролистий, граб, берест, явір, ясен, липа, вільха; у підліску – клен татарський, глід, терен, ліщина, крушина, бузина, шипшина. У плавнях Дунаю ростуть вербові ліси з тополею і вільхою, на піщаних гривах – дуб, ясен і берест; у заплавах річок – осика, тополя, верба, чорна вільха; на схилах балок – терен, мигдаль степовий, таволга, вишня степова, глід, шипшина, дереза, караган кущовий.

Багато з рослин занесено в Червону книгу України (водяний горіх, астрагал, зозулинці, ковила та ін.).

У загальних рисах умови формування рослинності дельти Дунаю – це трансформація річкового режиму в морський, утворення за рахунок осадконакопичення специфічних геоморфоструктур, формування ґрунтово-рослинного покриву і зміни гідрологічного режиму від прісноводного до морського. У результаті із різноякісних компонентів формуються елементарні геосистеми, причому значну роль у цьому процесі відіграє рослинний покрив, який закріплює та стабілізує геоморфоструктури. Крім рослинності на формування морфоструктур, значний вплив справляють річкові потоки і нагінні води моря. В результаті цього та інших факторів всі структурні елементи території рукава перебувають у стані динамічної рівноваги.

Рослинність Кілійського рукава являє собою цілісну територіально, але генетично різнорідну сукупність угруповань різних типів організації, розвиток яких відбувається в умовах гіперпростору екологічних факторів – від перезволожених до напівпустельних. Провідним фактором, який визначає територіальне співвідношення угруповань різних типів, їх структурно-функціональні особливості, є характер взаємодії рукавів Дунаю та інтенсивність алювіальної діяльності моря і річки. Рослинність рукава необхідно розглядати як комплекс різних її типів – водної, болотної, лучної, галофітної, лісової і псамофітної.

Ліси є характерним елементом рукава, хоча займають відносно невелику площу. Вони зростають в екстремальних умовах тривалозаливного режиму і не відзначаються великим видовим багатством. Приурочені до прируслових гряд рукава та його водотоків з дерново-підзолистими алювіальними легкими за механічним складом ґрунтами. Розглядаються дві характерні для вербових лісів асоціації: *Salicetum (albae) phalagoidetosum* та *Salicetum (albae) phragmitosum*. Перша займає менш обводнені ділянки, ніж друга, деревостан якої більшу

частину сезону стоїть у воді. У разі подальшого збільшення вологості вербові ліси з біотопів вже зникають. Фізіономічно вони мають вигляд вузьких смуг, завширшки лише інколи понад 200 м, що простягаються уздовж русла Дунаю та його приток на десятки кілометрів майже не перериваючись. У переважній більшості дерева мають вік 30-60 років, висоту 12-18 м і діаметр 26-60 см. Разом із *Salix alba* тут трапляються *Populus nigra*, *P. alba*, *Salix fragilis*, *Alnus glutinosa*, інколи *Fraxinus excelsior* та *Ulmus laevis*. Типовими для цих лісів є ліани: *Humulus lupulus* та *Calystegia sepium*. Зімкненість крон не перевищує 0,8 і не менша 0,5. З чагарників звичайними є *Rubus caesius* і адвентивна *Amorpha fruticosa*. В травостої панують типові гігрофіти: в першій асоціації – *Phalaroides arundinacea*, у другій – *Phragmites australis*. Практично завжди їх супроводжують *Solanum dulcamara*, *Symphytum officinale*, *Ranunculus repens*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Stachys palustris*, а у вологіших місцях – *Sium latifolium*, *Iris pseudacorus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus* тощо.

Три інші асоціації належать до боліт, які в рукаві також поширені і займають частину його території з болотно-глейовими ґрунтами. Аналізуються найтипівіші – *Phragmitetum australis*, *Phragmitetum caricosum (acutiformis)* та *Caricetum acutiformis*. Їх формування відбувається за градієнтом вологості.

Перша асоціація найбільш гігрофільна, друга формується в умовах з меншим шаром води (до 60 см) і має другий ярус з осоки, третя – на більш зневоднених ділянках. В оптимальних умовах *Phragmites australis* досягає 4 м заввишки, проективне покриття угруповань становить 40-80 %. У порівнянні з лісами травостій боліт значно багатший на ендемічні, реліктові та рідкісні види. Його більш-менш постійними представниками є: *Typha angustifolia*, *Stachys palustris*, *Lycopus europaeus*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Symphytum officinale*, *Calystegia sepium*, *Solanum dulcamara*, *Mentha aquatica*, *Lysimachia vulgaris*, *Equisetum palustre*, *Euphorbia palustris*, *Sonchus palustris* та інші види. Найменш гігрофільна асоціація *Caricetum acutiformis* відрізняється від перших двох наявністю *Carex elata*, *C. pseudocyperus*, *Ranunculus lingua*, *Althaea officinalis* тощо.

**Тваринний світ** представлений степовими, лісостеповими та інтразональними видами, серед яких поширені птахи, ссавці, плазуни, риби. В межах району виділені два зоогеографічні округи – Дунайсько-Дністровський і Причорноморський і одну зоогеографічну ділянку – Нижньодунайська дельтова інтразональна ділянка.

Вся територія відноситься до Чорноморсько-Азовської степової провінції, в межах якої виділяють два зоогеографічні округи. У Дунай-Дністровському зоогеографічному окрузі основний фауністичний комплекс степовий, а в агроценозах – лісовий.

Надзвичайно багатий тваринний світ Нижнього Дунаю, який утворює Нижньодунайську дельтову інтразональну ділянку. Кілька десятків видів фауни занесені до Червоної книги світу і Червоної книги України і підлягають охороні.

Загалом фауна представлена 1500 видами безхребетних та 521 видом хребетних тварин. Серед лісової фауни найчисельнішими є зайці-русаки, а серед степової — хом'як, ховрашок, тушканчик. Водяться також лосі, косулі, дикі кабани і кози, лисиці, борсуки, куниці, видри, єнотоподібні собаки та багато видів лісових птахів.

Найчисельнішою та найважливішою як в природоохоронному, так і екологічному плані групою хребетних тварин області є птахи. Зареєстровано більше 320 видів птахів, серед них зустрічаються рідкісні види, як великий та малий баклани, ковпиця (косар), сіра, руда, мала та велика білі чаплі, квак, крячки річковий та рябодзьобий, пелікан рожевий та кучерявий, орлан-білохвіст та інші.

Серед земноводних найбільш чисельними є озерна та їстівна жаби, звичайна квакша та дунайський тритон, а серед плазунів – болотна черепаха, звичайний вуж, прудка ящірка.

Із навколоводних звірів – мешканці прісних водойм: інтродуковані ондатра та єнотоподібний собака, а також рідкісні «червонокнижні» – горностай, річкова видра, європейська норка. В плавнях зрідка зустрічається кіт лісовий.

Дикі ссавці є важливим компонентом біологічної різноманітності дельти Дунаю. Серед ссавців є чимало численних видів. Вони відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах, у потоках речовини та енергії в досліджуваних екосистемах. А такий звір, як дика свиня (*Sus scrofa*), внаслідок відносно великої чисельності та інтенсивної річкової активності, має великий вплив на створення середовища на підвищених ділянках дельтових угідь. До того ж серед ссавців регіону чимало рідкісних та зникаючих видів. Більшість з них занесені в червоні книги та спеціальні списки різного рівня. Кілька видів ссавців мають господарське значення і відіграють певну роль в економіці місцевих жителів. Це передусім ондатра (*Ondatra zibethicus*). Цей вид, окрім всього, з успіхом може бути використаний для біомеліорації плавневих угідь. При певній щільності її населення вона в значній мірі спроможна формувати таку важливу для збереження біорізноманітності мозаїчну структуру плавневих угідь.

В теріофауні регіону великою є частка так званих червонокнижних видів. До ЧКУ занесено 13 видів, що становить 31,0% видового складу теріофауни регіону. Ще (14,3%) занесені до ЄЧС. Серед “червонокнижних” видів тільки три належать до категорії звичайних, шість – рідкісних, інші є дуже рідкісними. Для деяких з них, наприклад для норки європейської (*Mustela lutreoid*) та kota лісового (*Felis sylvestris*), дунайські дельтові угіддя є дуже важливими для виживання в європейському масштабі.

У 2019 році на острові Ермакова організацією Rewilding Ukraine в рамках проекту «Відновлення водно-болотних угідь та степів регіону дельти Дунаю» проводяться роботи щодо збереження мозаїчних ландшафтів і біорізноманіття острова шляхом регульованого випасу. Для цього на острів заведені 23 лошаки (порода Польський коник) та 18 водяних буйволів.

Іхтіофауна річок різноманітна. В річках і озерах водяться лящ, судак, сом, щука, сазан, окунь та інші види риб. А також, розводять товстолобика, білого амура, сазана.

У Чорному морі розповсюджені популяції дельфінів (афаліна, білобокий, азовка).

В акваторії Дунаю зустрічаються види риб, занесені до Європейського червоного списку: шип, атлантичний осетер, чорноморський та дунайський лосось, умбра, чіп великий та малий, стерлядь, вирезуб, пічкур дунайський довговусий, шемая дунайська, йорж смугастий, білуга (найбільша серед риб, що мешкають у прісних водах) і інші. З промислових видів найціннішим є дунайський оселедець.

До Переліку видів тварин і рослин, які підлягають особливій охороні на території Одеської області включено 292 види рослин, з яких 156 входять до Червоної книги України та 543 видів тварин, які входять до Червоної книги України.

Станом на 1 січня 2022 року природно-заповідний фонд Одеської області має в своєму складі 127 території серед яких 18 об'єктів загальнодержавного значення і 109 об'єктів місцевого значення, загальна площа яких становить 154 686,2 га. Відношення площі природно-заповідного фонду до площі Одеської області становить 4,6 %.

Об'єкти природно-заповідного фонду Ізмаїльського району: Дунайський біосферний заповідник загальнодержавного значення, регіональний ландшафтний парк «Ізмаїльські острови», ландшафтний заказник «Лунг», ботанічний заказник Ліски місцевого значення, частина острова Зміїний і прилеглої акваторії входить до складу однойменного загально-зоологічного заказника.

Дунайський біосферний заповідник розташований на території дельти Кілійського рукава р. Дунай. Характерною особливістю фауни цього району є її тісний зв'язок з водними об'єктами, які формують багатий і різноманітний тваринний світ, який складається з представників іхтіофауни, водоплаваючих та навколоводних видів птахів, пов'язаних з водними біотопами ссавців, а також амфібій, плазунів і великої кількості видів безхребетних.

Станом на друге півріччя 2020 року іхтіофауна заповідника налічує 108 видів риб. 24 види риб занесені до Червоної книги України, в тому числі всі 6 видів осетрових України. Також такі види риб як дунайський лосось, смугастий йорж і малий чоп є ендеміками Дунаю (мешкають тільки в басейні річки Дунай і ніде більше в світі не зустрічаються).

Всього для території ДБЗ і прилеглих земель достовірно зареєстровано 11 видів (стільки ж підвидів) земноводних і 6 видів (7 підвидів) плазунів. Всі земноводні та 5 видів плазунів включено до національних та міжнародних списків рідкісних тварин (Додаток II Бернської конвенції, Червона книга Міжнародного союзу охорони природи МСОП (IUCN)).

З 1977 року і по друге півріччя 2020 року на території Дунайського біосферного заповідника та прилеглих до нього територіях відмічено перебування 302 видів птахів.

На території заповідника відмічено 68 видів птахів, які занесені до Червоної книги України, що становить 78% від загальної чільності видів птахів, які зазначені в цьому документі. До Європейського Червоного списку занесені 11 видів, 288 видів охороняється Бернською, 154 – Боннською, 44 – Вашингтонською конвенціями.

Видове різноманіття ссавців ДБЗ обумовлено специфікою дельтових угідь, які включають значні площі водних і біляводних біотопів різних типів. Внаслідок цього, у теріофауні заповідника присутня значна кількість водних, напівводних та біляводних видів ссавців, серед яких особливо важливими, з природоохороної точки зору є представники родини куницевих – видра, горностай та норка європейська. Наявність поблизу Стенцівсько-Жебріанівських плавнів степових та споріднених з ними біотопів зумовлює наявність серед звірів ДБЗ значної кількості степових видів – куниці кам'яної, перев'язки, тхора степового та ін. Прилеглу до дельти заповідну частину моря відвідують всі три види чорноморських дельфінів – афаліна, білобочка та азовка. Станом на друге півріччя 2020 року на території Дунайського біосферного заповідника достовірно відзначені 46 видів ссавців, 20 з яких занесені до Червоної книги України.

До рідкісних видів іхтіофауни заповідника, в першу чергу, належать види, які занесені до Червоної книги України та Європейського червоного списку: білуга (*Huso huso* L.), шип (*Acipenser nudiiventris* Lovetszky), осетер атлантичний (*Acipenser sturio* L.), стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.), вирезуб (*Rutilus frisii* Nordmann), шемая (*Chalcalburnus chalcoides* Guld.), умбра (*Umbra cramerii* Walbaum), лосось чорноморський (*Salmo trutta labrax* Pallas), лосось дунайський (*Hucho hucho* L.), морський коник чорноморський (*Hippocampus ramulosus* Leach), морський півень (*Trigla lucerna* L.), йорж смугастий (*Gymnocephalus schraetser* L.), чоп великий (*Zingel zingel* L.), чоп малий (*Z. streber* Siebold), горбань світлий (*Umbrina cirrosa* L.), бичок рудий (*Neogobius eurycerphalus* Pallas).

### 3.7 Еколого-соціальні умови та здоров'я населення

Одеська область у своєму складі має 19 міст, 33 селища міського типу, 1 123 сільських населених пункти. У рамках реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади (децентралізації) на території Одеської області на початок 2020 року утворено 37 територіальних громад (ТГ). Кількість жителів, які проживали на території ТГ, станом на 01 січня 2022 р. становила 458,9 тис. осіб (18,8 % від загальної кількості жителів області). Загальна площа ТГ покривала 43,5 % площі області.

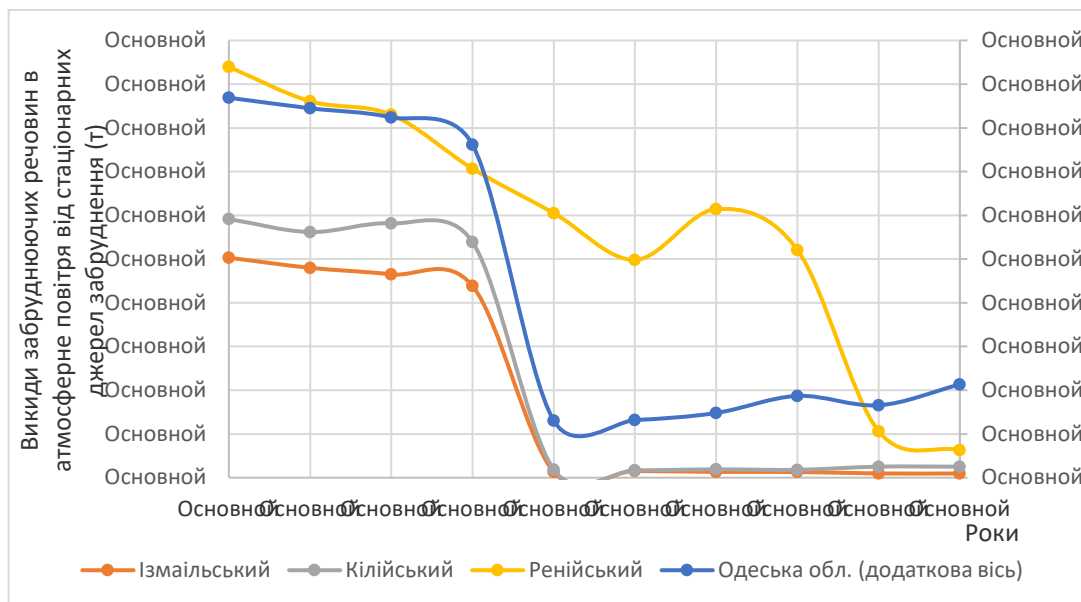
Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення в Одеській області та Кілійському, Ренійському та Ізмаїльському районах зменшувалась з 2011 по 2019 рік. Зокрема, з максимального показника у 2011 році - 173805 тонн

- обсяг викидів зменшився на 80% до мінімального значення у 2019 році - 33106 тонн (табл. 3.4, рис. 3.6). Проте, в 2020 році відбулось певне збільшення викидів у порівнянні з 2019 роком - до 42640 тонн. Таким чином, можна зробити висновок про загальну тенденцію зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення в Одеській області за розглянутий період, проте в 2020 році відбулося певне збільшення цих викидів.

**Таблиця 3.4 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення (т) в Одеській області та Кілійському, Ренійському та Ізмаїльському районах за 2011-2020 роки**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	173805	168978	164794	152307	26074	26373	29598	37413	33106	42640
Ізмаїльський	2515	2400,00	2325,00	2192,00	67,00	76,00	66,00	65,00	48,00	48,00
Кілійський	2957	2809	2908	2695	92,00	84,00	95,00	90,00	126,00	126,00
Ренійський	4697	4305	4151	3534	3026,00	2491,00	3071,00	2605,00	531,00	315,00

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 3.6 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення (т) в Одеській області за 2011-2020 роки**

В таблиці 3.5 наведені дані щодо викидів шкідливих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення. До них належать дані по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту та виробничій техніці.

**Таблиця 3.5 – Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення**

	Кількість викидів забруднюючих речовин, т			
	2016	2017	2018	2019
Україна	1608516,6	1645745,7	1612895,1	1648827,0
Одеська	93178,9	104209,9	91975,3	93677,5



	Кількість викидів забруднюючих речовин на одну особу, кг			
	2016	2017	2018	2019
Україна	37,7	38,7	38,2	39,2
Одеська	39,0	43,7	38,6	39,4
	Темпи зростання/зниження викидів забруднюючих речовин на одну особу (до попереднього року), %			
	2016	2017	2018	2019
Україна		98,7	102,7	102,7
Одеська		112,0	88,3	102,0

У таблиці 3.6 здійснене порівняння рівня викидів від стаціонарних та нестаціонарних джерел забруднення загалом по Україні.

У таблиці 3.7 наведені дані про викиди забруднюючих речовин в розрізі основних забруднювачів загалом по Україні.

**Таблиця 3.6 – Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря**

Роки	Обсяги викидів забруднюючих речовин			Крім того, викиди діоксиду вуглецю		
	усього, тис. т	у тому числі		усього, млн т	у тому числі	
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
2014	5346,2	3350,0	1996,2	194,7	166,9	27,8
2015	4521,3	2857,4	1663,9	162,0	138,9	23,1
2016	3078,1	3078,1	...	150,6	150,6	...
2017	2584,9	2584,9	...	124,2	124,2	...

**Таблиця 3.7 – Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря України за 2014-2018 рр., тис. т/рік**

Види речовин	2014	2015	2016	2017	2018
Діоксид сірки (SO <sub>2</sub> )	1160,6	854,0	1076,4	726,2	698,1
стаціонарні джерела	1133,3	830,3	1076,4	726,2	698,1
пересувні джерела	27,3	23,7	...	...	...
Оксиди азоту (NO <sub>2</sub> )	541,4	453,0	240,2	215,5	215,3
стаціонарні джерела	288,1	233,8	240,2	215,5	215,3
пересувні джерела	253,3	219,2	...	...	...
Оксид вуглецю (CO)	2283,4	1971,9	802,8	728,4	744,3
стаціонарні джерела	828,4	764,1	802,8	728,4	744,3
пересувні джерела	1455,0	1207,8	...	...	...

У таблиці 3.8 та 3.9 наведені дані щодо викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел.

**Таблиця 3.8 – Викиди окремих забруднюючих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення за видами транспортних засобів, тис. т**

Види речовин	2010	2012	2013	2014	2015
Залізничний, авіаційний, водний транспорт і виробнича техніка					
діоксид сірки	9,1	9,6	9,4	8,4	7,9
оксид вуглецю	105,4	107,0	102,8	90,1	84,6
діоксид азоту	87,1	88,6	85,0	72,6	69,3
оксид азоту	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6
неметанові леткі органічні сполуки	20,9	21,3	21,1	19,7	18,4
Аміак	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002
Метан	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Сажа	8,6	8,9	8,7	7,8	7,3
бенз(а)пірен	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
діоксид вуглецю	7561,6	7975,3	7371,3	6632,7	6228,5

**Таблиця 3.9 – Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення**

	Кількість викидів забруднюючих речовин <sup>2</sup> , т				Кількість викидів забруднюючих речовин на одну особу, кг				Темпи зростання/зниження викидів забруднюючих речовин на одну особу (до попереднього року), %		
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Усього	1608516,6	1645745,7	1612895,1	1648827,0	37,7	38,7	38,2	39,2	102,7	98,7	102,7
діоксид сірки	17637,5	18199,0	18647,2	19803,2	0,4	0,4	0,4	0,5	100,0	100,0	125,0
оксид вуглецю	1227084,7	1258521,2	1230612,4	1255224,6	28,8	29,6	29,1	29,9	102,8	98,3	102,7
діоксид азоту	164288,3	168841,3	170367,0	178778,1	3,8	4,0	4,0	4,3	105,3	100,0	107,5
оксид азоту	839,9	814,5	792,4	798,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
неметанові леткі органічні сполуки	170602,0	170517,6	162806,0	162622,1	4,0	4,0	3,9	3,9	100,0	97,5	100,0
аміак	8,7	7,8	7,1	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
метан	5068,7	5082,4	5000,5	5128,4	0,1	0,1	0,1	0,1	100,0	100,0	100,0
сажа	22986,8	23762,9	24662,5	26465,7	0,5	0,6	0,6	0,6	120,0	100,0	100,0

У таблиці 3.10 наведені дані щодо викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автомобільного транспорту.

**Таблиця 3.10 – Викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автомобільного транспорту, тис. т.**

	2010	2015	2019	2020	2021
Діоксид сірки	19,8	16,3	19,8	18,2	19,6
Оксид вуглецю	1782,7	1092,0	1255,2	1084,7	1164,9
Діоксид азоту	206,1	152,9	178,8	161,8	174,4
Оксид азоту	1,3	0,8	0,8	0,8	0,9
Неметанові леткі органічні сполуки	272,4	157,6	162,6	141,7	155,1
Аміак	0,018	0,009	0,006	0,007	0,008
Метан	7,6	4,7	5,1	4,9	5,2
Сажа	23,8	21,6	26,5	24,6	26,6

У таблиці 3.11 визначена їх частка по відношенню до попереднього року, а у таблиці 3.12 – до 2010 року.

**Таблиця 3.11 – Викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автомобільного транспорту, у % до попереднього року**

Діоксид сірки	105,9	86,2	106,5	91,9	107,7
Оксид вуглецю	100,9	80,0	63,6	86,4	107,4
Діоксид азоту	104,2	84,6	104,9	90,5	107,8
Оксид азоту	100,0	72,7	100,0	100,0	112,5
Неметанові леткі органічні сполуки	100,5	78,6	99,9	87,1	109,5
Аміак	100,0	75,0	85,7	116,7	114,3
Метан	100,0	79,7	102,0	96,1	106,1
Сажа	107,7	88,2	107,3	92,8	108,1

**Таблиця 3.12 – Викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автомобільного транспорту, у % до 2010 року**

Діоксид сірки	100,0	82,3	100,0	1,9	99,0
Оксид вуглецю	100,0	61,3	70,4	60,8	65,3
Діоксид азоту	100,0	74,2	86,7	78,5	84,6
Оксид азоту	100,0	61,5	61,5	61,5	69,2
Неметанові леткі органічні сполуки	100,0	57,9	59,7	52,0	56,9
Аміак	100,0	50,0	33,3	38,9	44,4
Метан	100,0	61,8	67,1	64,5	68,4
Сажа	100,0	90,8	111,3	103,4	111,8

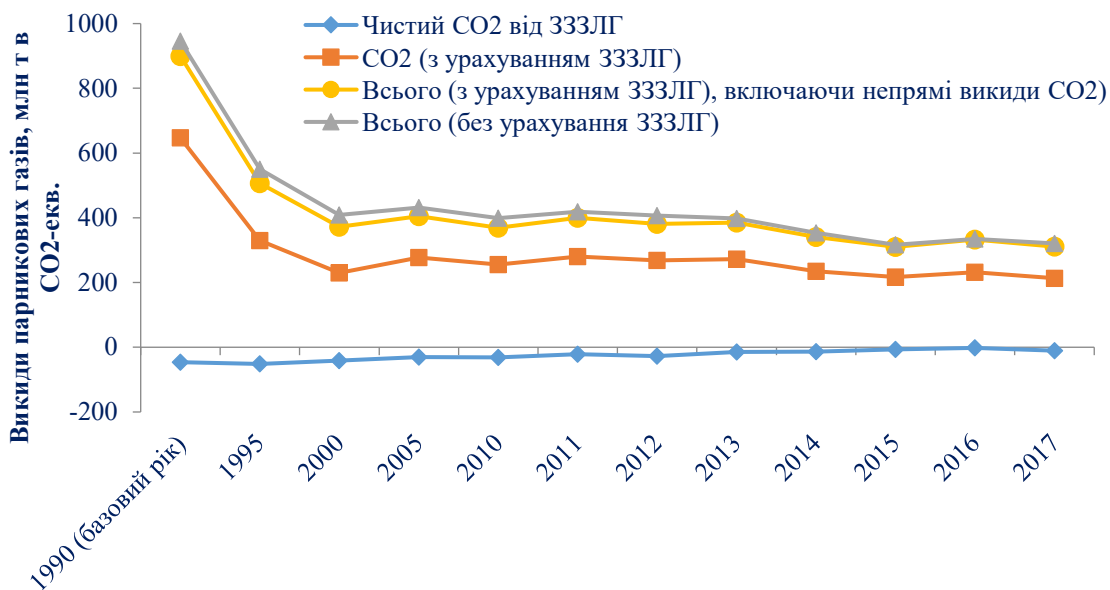
За даними Державної служби статистики України в 2015 р. викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних та пересувних джерел склали 4521,3 тис. т., тоді як в 2017 р. лише від стаціонарних – 2584,9 тис. т.

За 2017 р. в атмосферу викинуто 124217,9 тис. т. діоксиду вуглецю, що впливають на зміну клімату – на 17,5 % нижче аналогічного показника 2016 р. При цьому з 2008 р. в Україні спостерігається чітка тенденція скорочення викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря, зокрема пересувними джерелами.

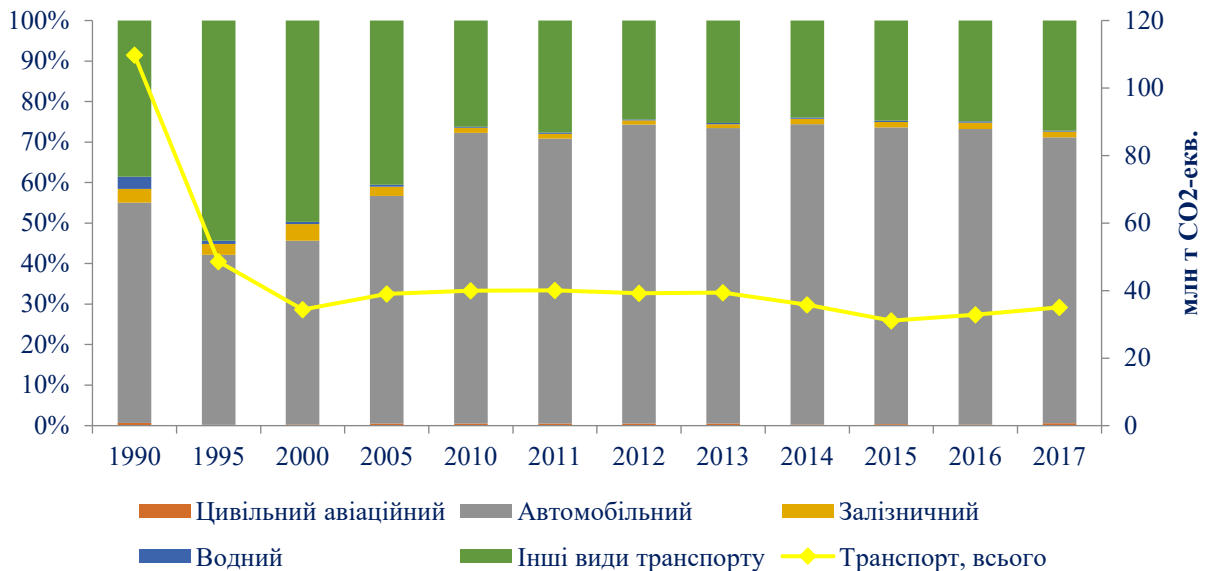
Регіонами-лідерами за викидами забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферу від пересувних джерел забруднення у 2015 році були Дніпропетровська (9,2 % загального обсягу), м. Київ (8,7 %) та Київська область (7,5 %). Зазначені регіони також є лідерами за обсягами викидів метану та діоксиду вуглецю.

У 2017 році викиди в категорії «Транспорт» склали 35,0 млн т CO<sub>2</sub>-екв. Порівняно з 1990 р. викиди скоротилися на 68,7 %, з 2016 р. – знизилися на 6,4 %.

Найбільша частка викидів парникових газів у категорії «Транспорт» у 2017 р. припадає на автомобільний транспорт та інші види транспорту – 70,6 % і 27,1 % відповідно.



**Рисунок 3.7 – Викиди парникових газів в Україні, 1990-2017 рр.,  
млн т в CO<sub>2</sub>-екв.**



**Рисунок 3.8 – Частка видів транспорту у викидах парникових газів в Україні, 1990-2017 рр., млн т в CO<sub>2</sub>-екв.**

За існуючих тенденцій прогноз викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря свідчить про те, що позитивна тенденція скорочення обсягів викидів матиме зворотній відлік.

Отже найбільш небезпечним є автомобільний транспорт, оскільки викиди від нього є найбільшими.

Переорієнтація транспортних потоків з автомобільного на річковий транспорт дозволить значно скоротити питому вагу викидів CO<sub>2</sub> вантажним автотранспортом.

Проведемо розрахунок. Витрати дизельного пального на перевезенні вантажів річкою нехай становлять складають 3,95 кг/т, при цьому альтернативні витрати пального на перевезенні 1 т вантажу автомобільним транспортом на середнє плече 400 км складають 7,73 кг/т. Таким чином, перевезення 1 т вантажу річковим транспортом передбачає витрати на 3,78 кг менші від аналогічних витрат автомобільного транспорту. Разом з цим, відповідно до Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів для визначення обсягу викидів вуглекислого газу застосовується коефіцієнт 3138 кг на кожну тону використаного дизельного палива.

Таким чином, скорочення викидів на 1 млн. тонн становитиме: 1000000 тонн вантажу \* 0,00378 тонн пального/тонн вантажу \* 3,138 т викидів/тонн пального = 11862 тонн вуглекислого газу.

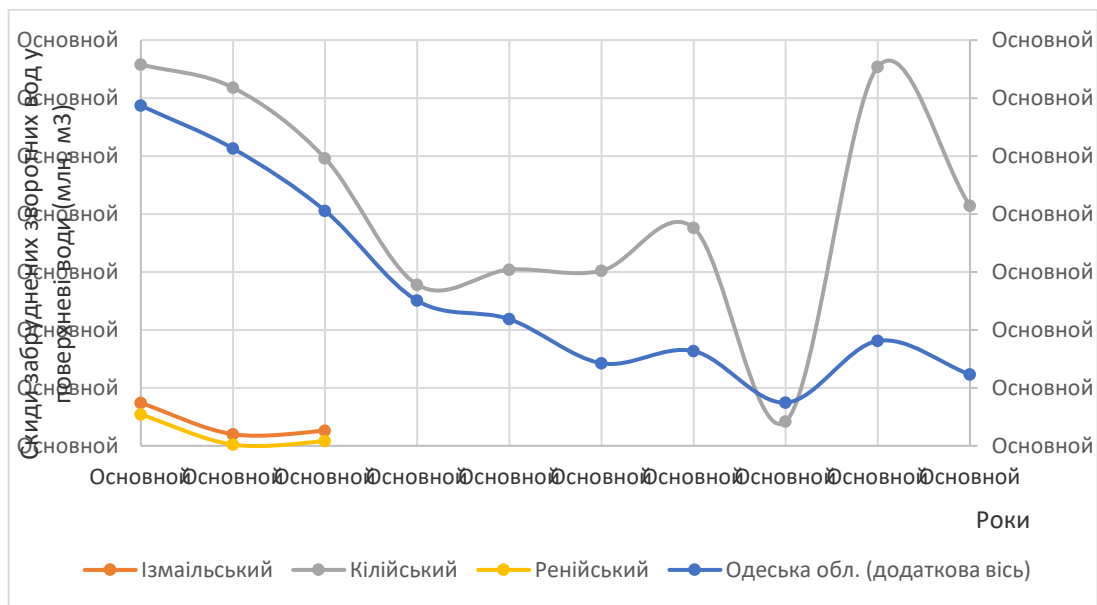
Динаміка скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти Кілійського району Одеської області показує загальний спад з 2011 по 2020 рік, що відображено на рис. 3.8. Найбільш значуще зменшення кількості викидів було зафіксовано у 2014 році. У 2020 році було

скинуто 20,7 млн м<sup>3</sup> забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти Кілійського району (табл. 3.13).

**Таблиця 3.13 – Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти (млн.м<sup>3</sup>) в Одеській області та Кілійському, Ренійському, Ізмаїльському районах за 2011-2020 роки**

Рік	2011	2021	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл. (додаткова вісь)	117,4	102,6	81,1	50,1	43,7	28,5	32,7	14,9	36,2	24,6
Ізмаїльський	3,7	1,00	1,30							
Кілійський	32,9	30,9	24,8	13,9	15,20	15,10	18,80	2,10	32,70	20,70
Ренійський	2,7	0,1	0,4							

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



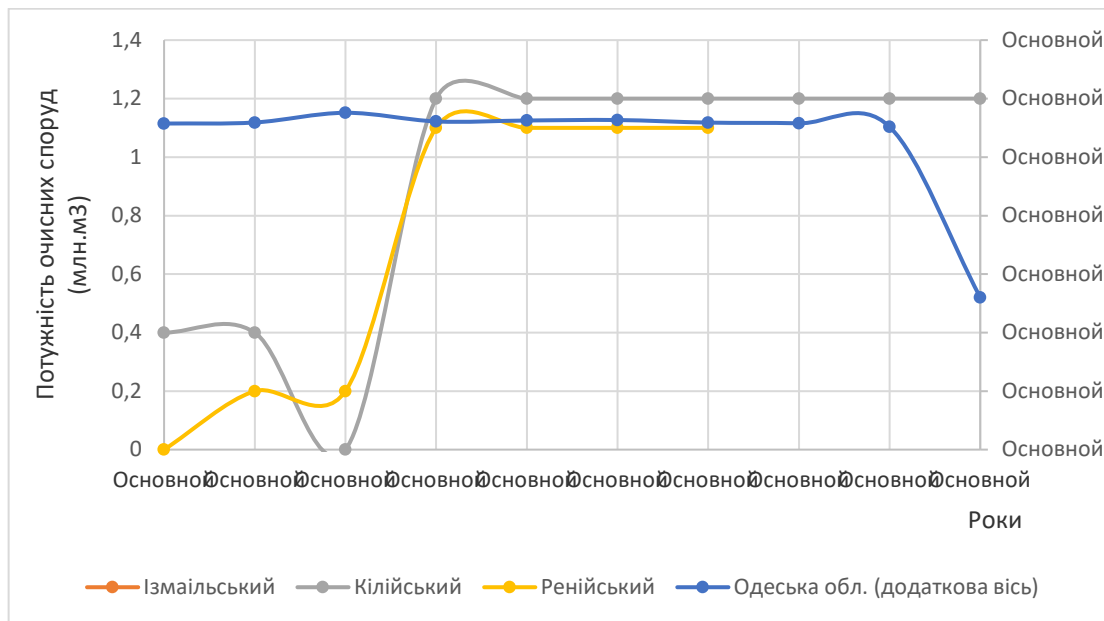
**Рисунок 3.8 – Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти(млн.м<sup>3</sup>) в Одеській області, Кілійському, Ренійському, Ізмаїльському районах за 2011-2020 роки**

Загальний обсяг потужності очисних споруд в Одеській області зменшувався з 2013 по 2020 рік (рис. 3.9). Зокрема, з максимального показника у 2013 році - 287,9 млн м<sup>3</sup> - обсяг очищених стоків знизився на 55% до мінімального значення у 2020 році - 130,1 млн м<sup>3</sup>, про що свідчить таблиця 3.14. Таким чином, можна зробити висновок про загальну тенденцію зменшення обсягу очищених стоків в Одеській області за розглянутий період.

**Таблиця 3.14 – Динаміка потужності очисних споруд (млн.м<sup>3</sup>) в Одеській області Кілійському, Ренійському, Ізмаїльському районах за 2011-2020 роки**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	278,7	279,6	287,9	280,5	281,3	281,7	279,5	278,9	275,9	130,1
Ізмаїльський										
Кілійський	0,4	0,4	0	1,2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Ренійський	0	0,2	0,2	1,1	1,10	1,10	1,10			

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 3.9 – Динаміка потужності очисних споруд (млн.м<sup>3</sup>) в Одеській області Кілійському, Ренійському, Ізмаїльському районах за 2011-2020 роки**

Аналіз демографічної ситуації Одеської області за останні роки свідчить про скорочення чисельності наявного населення.

На даний показник вплинуло:

- збільшення обсягів природного скорочення населення;
- зменшення народжуваності населення;
- збільшення смертності населення;
- наявність міграційного приросту населення.

Аналіз показників міського та сільського населення області свідчить, що протягом 2016-2021 років їх чисельність коливалась то в більший, то в менший бік.

Статева структура населення області характеризується перевагою жінок над чоловіками. Чисельність жінок протягом 2016-2020 років поступово зменшувалась і коливалась в районі

53 %. Чисельність чоловіків також поступово зменшувалась і знаходилось відповідно на рівні 47,0 %.

Стан здоров'я населення регіону поступово погіршується. Якщо за минулі 5 років приріст первинної захворюваності становив 5,2 %, то загальна захворюваність за той же період зросла на 7,2 %. Це свідчить про зростання хронізації захворювань серед населення.

В Одеському регіоні щорічно реєструється більше 4,5 млн випадків захворювань, в тому числі приблизно 40 % – це випадки з вперше встановленим діагнозом.

Хвороби системи кровообігу залишаються найбільш поширеною патологією. Реєструється підвищення кількості випадків гострого інфаркту міокарда (ГІМ) і незначне підвищення смертності від серцево-судинних хвороб, показник нараховує 709,9 на 100 тис. дорослих. Паралельно зареєстроване зменшення смертності від інфаркту міокарду, що можна пояснити відкриттям на території області реперфузійних центрів.

Станом на 01.01.2021 під медичним наглядом в закладах охорони здоров'я служби профілактики та боротьби зі СНІДом Одеської області перебувало 23 491 ВІЛ-інфікована особа, з них 9 040 хворих з діагнозом СНІД. Показник поширеності ВІЛ-інфекції становив 991,5 на 100 тис. населення.

Одним із проблемних питань у області є контроль за туберкульозом, а саме високі показники захворюваності та повільне зменшення смертності від ко-інфекції ТБ/ВІЛ. Показник захворюваності на ко-інфекцію ТБ/ВІЛ протягом останніх років по області перевищує середньоукраїнський показник в п'ятеро та складає 28,8 на 100 тис. населення (Україна за 2020 рік – 8,4 на 100 тис. населення).

В останні роки повільно зростає захворюваність на злоякісні новоутворення. Але за попередніми даними рейтингових показників виявлення онкологічної патології становить 278,6 проти 298,6 випадків на 100 тис. жителів рік тому.

У якості джерел даних та інформації були використані статистичні матеріали ДУ «Центр медичної статистики МОЗ України», бюлетені, збірники та бази даних Державної служби статистики України (ДССУ) за 2009 – 2018 роки, а також національні та регіональні аналітичні доповіді, що стосувалися стану здоров'я населення різних регіонів України. За отриманням деяких відсутніх у публічному доступі даних та за уточненням оприлюднених статистичних даних автори зверталися з запитом до МОЗ України та регіональних центрів медичної статистики.

У 2017 році первинна захворюваність населення Одеської області за всіма класами хвороб складала 309765 хворих на 100 тис. населення (в тому числі серед дітей віком до 14 років включно – 132393, серед дітей віком від 15 до 17 років включно – 124424, серед осіб віком від 18 років включно – 52949 уперше зареєстрованих випадків захворювання) (табл. 3.15).



В Одеській області серед дітей віком до 14 років найбільшу частку від усіх захворювань мають хвороби органів дихання, хвороби шкіри та підшкірної клітковини, деякі інфекційні та паразитарні хвороби, хвороби ока та придаткового апарату та травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин, серед підлітків віком від 15 до 18 років – хвороби органів дихання, хвороби шкіри та підшкірної клітковини, хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини, хвороби ока та придаткового апарату та травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин, серед дорослих осіб віком від 18 років – хвороби органів дихання, хвороби сечостатевої системи, хвороби системи кровообігу, травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин (табл. 3.16).

**Таблиця 3.15 – Динаміка кількості уперше зареєстрованих випадків захворювань за класами хвороб та окремими віковими групами в Одеській області (випадки, одиниць)**

Рік	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші
	Усі захворювання			Деякі інфекційні та паразитарні хвороби		
2010 рік	488521	96363	1143389	20951	3671	46510
2011 рік	500313	96231	1144481	23813	3551	46976
2012 рік	495029	91685	1159743	25956	3427	48027
2013 рік	519746	93248	1104890	23280	3280	46296
2014 рік	519746	93248	1104890	23280	3280	46296
2015 рік	513906	78738	1037785	23650	3055	44619
2016 рік	519752	79554	1033186	22232	3228	46294
2017 рік	530593	75779	1012410	24229	3185	45019
	Новоутворення			Хвороби крові, кровотворних органів та окремі порушення із залученням імунного механізму		
2010 рік	732	613	17645	3372	453	4385
2011 рік	746	667	18178	3012	390	4474
2012 рік	813	646	19205	3179	355	4550
2013 рік	980	605	18539	3209	343	4410
2014 рік	980	605	18539	3209	343	4410
2015 рік	808	407	17145	2858	328	3777
2016 рік	749	359	14844	2872	321	3718
2017 рік	736	317	15200	2789	332	3506
	Хвороби ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин			Розлади психіки та поведінки		
2010 рік	3318	1369	13603	2327	620	7799

2011 рік	3125	1736	13995	2453	757	8472
2012 рік	2864	1651	15122	2358	839	7971
2013 рік	2998	1442	14557	2451	783	7595
2014 рік	2998	1442	14557	2451	783	7595
2015 рік	2444	864	12232	2146	773	7282
2016 рік	2704	805	11543	2147	750	7134
2017 рік	2474	800	11649	2183	695	6869
	Хвороби нервової системи			Хвороби ока та придаткового апарату		
2010 рік	7054	3514	40278	14472	4900	68338
2011 рік	7394	3200	39397	14744	5032	69374
2012 рік	6680	3125	42444	14677	4809	72410
2013 рік	7915	2865	40221	15996	4880	69032
2014 рік	7915	2865	40221	15996	4880	69032
2015 рік	6781	1832	39183	14665	3798	66283
2016 рік	6448	1838	41673	14508	3775	64880
2017 рік	6499	1544	40497	15117	3802	66590
	Хвороби вуха та соскоподібного вiдростка			Хвороби системи кровообiгу		
2010 рік	13412	2915	46587	1736	1039	148357
2011 рік	13681	2920	45893	1712	1565	144306
2012 рік	13560	2789	47700	1431	1329	150346
2013 рік	13927	2761	45552	1944	1445	135041
2014 рік	13927	2761	45552	1944	1445	135041
2015 рік	12787	2773	43915	1909	834	125084
2016 рік	12623	2772	44695	2022	743	123540
2017 рік	12936	2714	45873	1701	696	117256
	Хвороби органiв дихання			Хвороби органiв травлення		
2010 рік	349582	51569	327428	10464	3393	58857
2011 рік	358281	51458	329406	10190	3510	59867
2012 рік	351221	48347	317208	10285	3345	63338
2013 рік	375357	50521	307580	10388	3362	56954
2014 рік	375357	50521	307580	10388	3362	56954
2015 рік	376919	44276	300260	10245	2777	49030
2016 рік	384549	45200	291265	10273	2944	47081
2017 рік	392838	42776	285607	10072	2705	46746
	Хвороби шкіри та підшкірної клітковини			Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини		
2010 рік	23985	6014	63348	5300	5374	68223
2011 рік	22671	5672	63349	5752	5150	69831
2012 рік	24434	6331	66349	5456	4347	72614

2013 рік	23870	6201	63456	6096	4498	66966
2014 рік	23870	6201	63456	6096	4498	66966
2015 рік	23328	5486	62879	4340	2684	58180
2016 рік	23641	5272	70646	4550	2697	59162
2017 рік	23715	4823	68318	4554	2603	57122
	Хвороби сечостатевої системи			Вагітність, пологи та післяпологовий період		
2010 рік	6498	3882	94437	2	204	36052
2011 рік	6717	3587	94816	1	185	36638
2012 рік	7101	3417	98694	4	147	36307
2013 рік	7023	3536	97261	-	176	35912
2014 рік	7023	3536	97261	-	176	35912
2015 рік	6692	2959	92126	7	208	25732
2016 рік	5945	3037	90431	1	152	27557
2017 рік	6178	3142	89227	–	146	26443
	Окремі стани, що виникають у перинатальному періоді			Уроджені аномалії (вади розвитку), деформації і хромосомні порушення		
2010 рік	5631		2124	164		205
2011 рік	5657		2110	159		317
2012 рік	5208		1951	150		291
2013 рік	4951		1989	116		230
2014 рік	4951		1989	116		230
2015 рік	4714		1862	67		231
2016 рік	4690		1783	71		452
2017 рік	4544		1817	66		481
	Симптоми, ознаки та відхилення від норми, що виявлені під час лабораторних та клінічних досліджень, не класифіковані в інших рубриках			Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин		
2010 рік	312	-	238	17249	6669	101099
2011 рік	383	-	196	17871	6692	98996
2012 рік	360	-	208	17491	6631	96959
2013 рік	332	-	183	17040	6434	95105
2014 рік	332	-	183	17040	6434	95105
2015 рік	302	–	182	17449	5617	89645
2016 рік	290	–	164	17725	5590	88107
2017 рік	255	–	108	17956	5433	85899

**Таблиця 3.16 – Динаміка захворюваності населення за класами хвороб та окремими віковими групами в Одеській області (кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань на 100 000 осіб відповідного віку)**

Рік	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші
	Усі захворювання			Деякі інфекційні та паразитарні хвороби		
2010 рік	138246	117734	58829	5929	4485	2393
2011 рік	139809	123384	58946	6654	4553	2419
2012 рік	135828	122785	59733	7122	4589	2474
2013 рік	139614	130435	56924	6253	4588	2385
2014 рік	136048	124128	54228	6467	4515	2284
2015 рік	132126	123338	53785	6080	4785	2312
2016 рік	131349	129453	53807	5618	5253	2411
2017 рік	132393	124424	52949	6046	5230	2354
	Новоутворення			Хвороби крові, кровотворних органів та окремі порушення із залученням імунного механізму		
2010 рік	207	749	908	954	553	226
2011 рік	208	855	936	842	500	230
2012 рік	223	865	989	872	475	234
2013 рік	263	846	955	862	480	227
2014 рік	216	842	920	752	454	213
2015 рік	208	638	889	735	514	196
2016 рік	189	584	773	726	522	194
2017 рік	184	520	795	696	545	183
	Хвороби ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин			Розлади психіки та поведінки		
2010 рік	939	1673	700	659	758	401
2011 рік	873	2226	721	685	971	436
2012 рік	786	2211	779	647	1124	411
2013 рік	805	2017	750	658	1095	391
2014 рік	682	1510	650	607	1166	393
2015 рік	628	1353	634	552	1211	377
2016 рік	683	1310	601	543	1220	372
2017 рік	617	1314	609	545	1141	359
	Хвороби нервової системи			Хвороби ока та придаткового апарату		
2010 рік	1996	4293	2072	4095	5987	3516
2011 рік	2066	4103	2029	4120	6452	3573
2012 рік	1833	4185	2186	4027	6440	3730
2013 рік	2126	4008	2072	4297	6826	3557

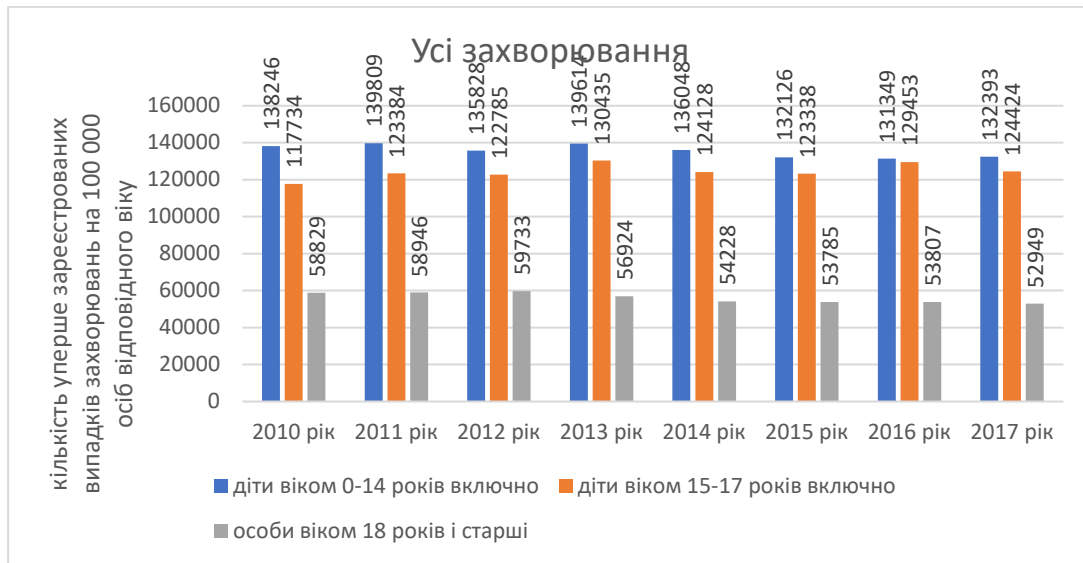
Рік	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші
2014 рік	1851	3386	1987	3946	5926	3329
2015 рік	1743	2870	2031	3770	5949	3435
2016 рік	1630	2991	2170	3666	6143	3379
2017 рік	1622	2535	2118	3772	6243	3483
	Хвороби вуха та соскоподібного відростка			Хвороби системи кровообігу		
2010 рік	3795	3561	2397	491	1269	7633
2011 рік	3823	3744	2364	478	2007	7432
2012 рік	3721	3735	2457	393	1780	7744
2013 рік	3741	3862	2347	522	2021	6957
2014 рік	3636	3999	2215	490	1738	6501
2015 рік	3288	4344	2276	491	1306	6483
2016 рік	3190	4511	2328	511	1209	6434
2017 рік	3228	4456	2399	424	1143	6132
	Хвороби органів дихання			Хвороби органів травлення		
2010 рік	98928	63006	16847	2961	4145	3028
2011 рік	100119	65978	16966	2848	4500	3083
2012 рік	96370	64747	16338	2822	4480	3262
2013 рік	100828	70669	15846	2790	4703	2934
2014 рік	99026	69587	15369	2679	4376	2786
2015 рік	96906	69356	15561	2634	4350	2541
2016 рік	97181	73551	15169	2596	4791	2452
2017 рік	98021	70235	14937	2513	4441	2445
	Хвороби шкіри та підшкірної клітковини			Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини		
2010 рік	6788	7348	3259	1500	6566	3510
2011 рік	6335	7272	3263	1607	6603	3597
2012 рік	6704	8479	3417	1497	5822	3740
2013 рік	6412	8674	3269	1638	6292	3450
2014 рік	6511	8558	3119	1197	4468	3133
2015 рік	5998	8593	3259	1116	4204	3015
2016 рік	5974	8579	3679	1150	4389	3081
2017 рік	5917	7919	3573	1136	4274	2987
	Хвороби сечостатевої системи			Вагітність, пологи та післяпологовий період		
2010 рік	1839	4743	4859	1	508	6292
2011 рік	1877	4599	4883	1	484	6453
2012 рік	1948	4576	5083	2	402	6447
2013 рік	1887	4946	5011	-	502	6430

Рік	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші	діти віком 0-14 років включно	діти віком 15-17 років включно	особи віком 18 років і старші
2014 рік	1728	4839	4862	1	483	5822
2015 рік	1721	4635	4775	4	658	4693
2016 рік	1502	4942	4709	1	501	5078
2017 рік	1542	5159	4667	–	489	4920
	Окремі стани, що виникають у перинатальному періоді			Уроджені аномалії (вади розвитку), деформації і хромосомні порушення		
2010 рік	19650			601	200	11
2011 рік	19650			590	204	16
2012 рік	17577			535	201	15
2013 рік	16754			534	162	12
2014 рік	16847			489	92	12
2015 рік	16664			479	105	12
2016 рік	17529			451	116	24
2017 рік	17722			453	108	25
	Симптоми, ознаки та відхилення від норми, що виявлені під час лабораторних та клінічних досліджень, не класифіковані в інших рубриках			Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин		
2010 рік	88	-	12	4881	8148	5202
2011 рік	107	-	10	4994	8580	5099
2012 рік	99	-	11	4799	8880	4994
2013 рік	89	-	9	4577	9000	4900
2014 рік	94	-	18	4389	8433	4774
2015 рік	78	–	9	4486	8799	4646
2016 рік	73	–	9	4479	9096	4588
2017 рік	64	–	6	4480	8921	4492

Загалом, динаміка захворюваності в 2010-2017 роках по Одеській області серед дорослого населення має тенденцію до зменшення (у 2017 році на 10 % порівняно з 2010 роком), що проілюстровано на рис. 3.10. Серед дитячого населення віком від 15 до 17 років включно динаміка не має чіткої тенденції до збільшення або зменшення, проте у 2013 році та 2016 році спостерігається різке збільшення захворюваності. Загалом, кількість випадків захворювання збільшилась на 5,7 % порівняно з 2010 роком. Кількість захворювань серед дітей віком до 14 років за роками змінюється в межах 1000-2000 випадків захворювань, але варто зауважити, що у 2015 році відбулось зменшення захворюваності на 2,9 %.

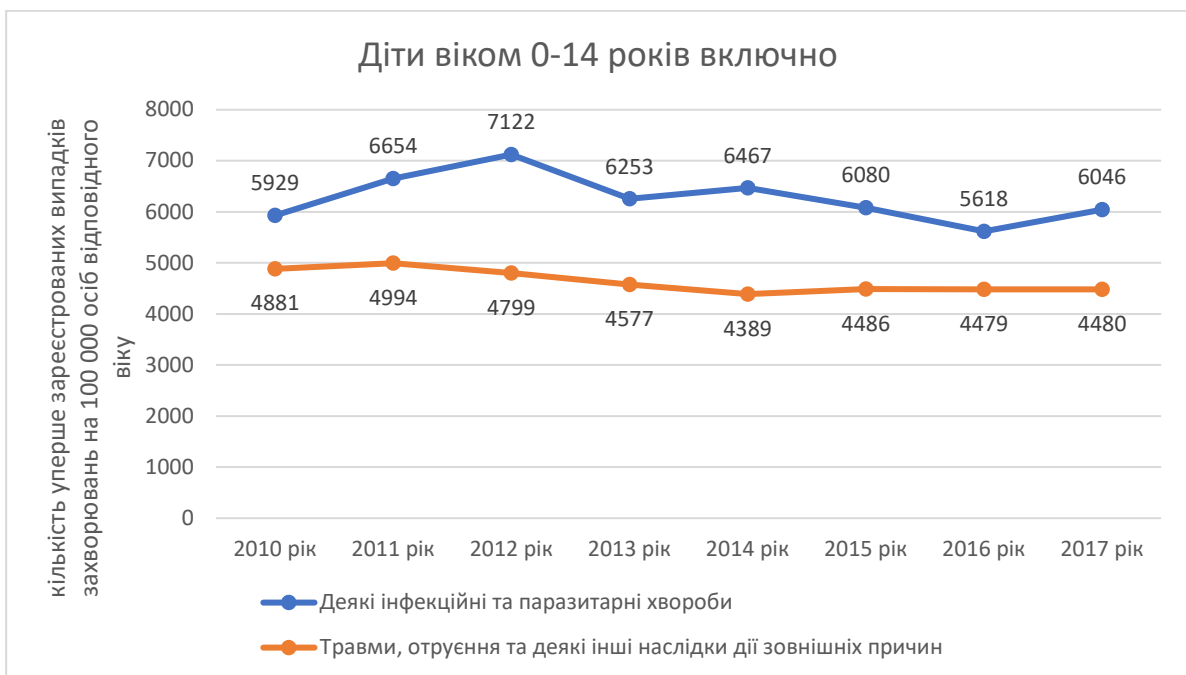
Кількість травм, отруєнь та деяких інших наслідків серед дитячого населення віком до 14 років Одеської області з 2011 року зменшується – у 2017 році на 8,2 % порівняно з 2010

роком. Кількість зареєстрованих деяких інфекційних та паразитарних хвороб збільшувалась до 2012 року, а після почала зменшуватись (у 2016 році на 21,1 % та у 2017 році на 15,1 % порівняно з 2010 роком) (рис. 3.11, 3.12).

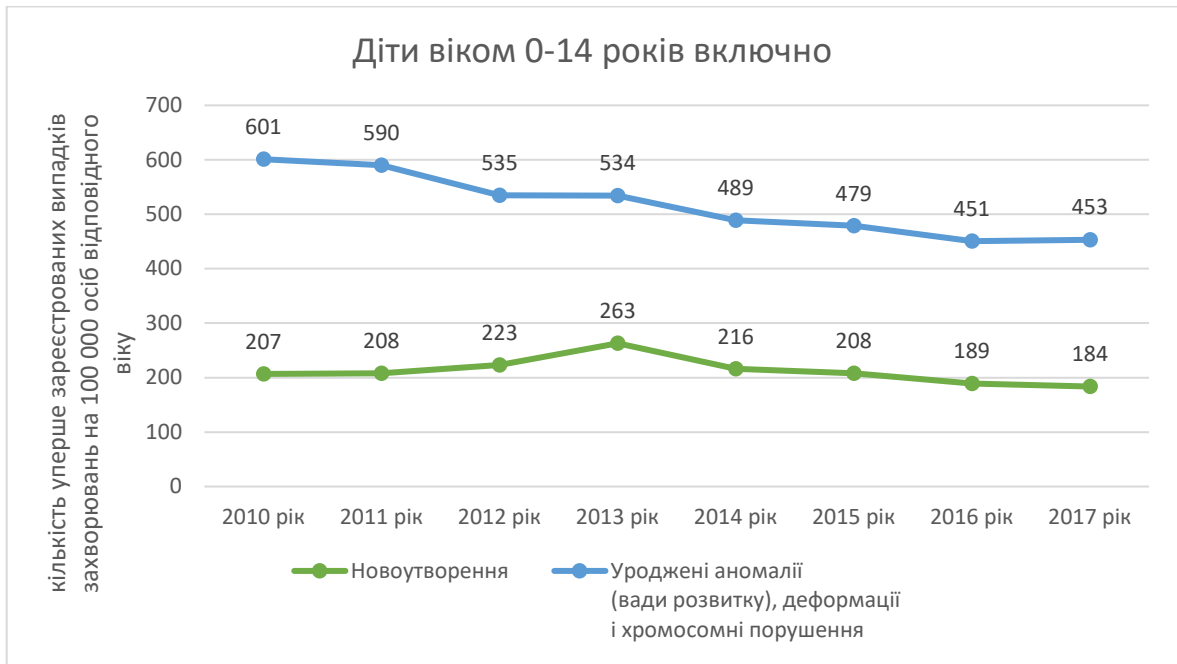


**Рисунок 3.10 – Динаміка захворюваності населення Одеської області за віковими групами, осіб**

Динаміка зареєстрованих випадків уроджених аномалій, деформацій та хромосомних порушень має чітку тенденцію до зменшення – у 2017 році кількість зареєстрованих випадків зменшилась на 24,6 % порівняно з 2010 роком. Кількість новоутворень серед дітей віком до 14 років з кожним роком збільшувалась до 2013 року, а 2014 року почала зменшуватись (у 2017 році на 30,2 % порівняно з 2013 роком).

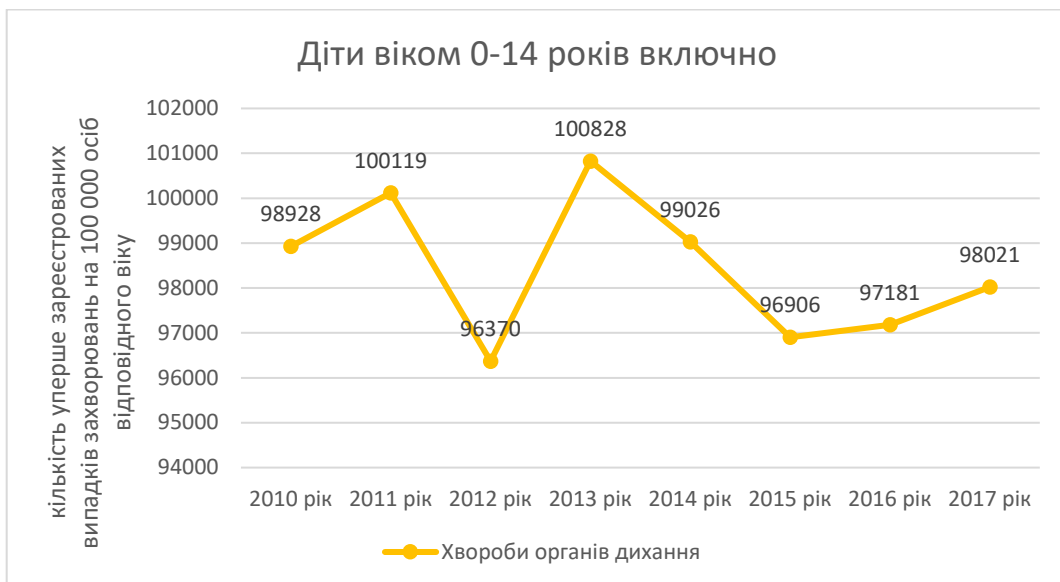


**Рисунок 3.11 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком до 14 років Одеської області по певним класам хвороб, осіб**



**Рисунок 3.12– Динаміка захворюваності дитячого населення віком до 14 років Одеської області по певним класам хвороб, випадків**

Загалом кількість уперше зареєстрованих випадків хвороб органів дихання з 2010 не дуже сильно, але зменшилась. Як видно з рис. 3.13, у 2011 році та у 2013 році зареєстровано найбільшу кількість випадків захворювання, при чому у 2012 році цей показник різко знизився.

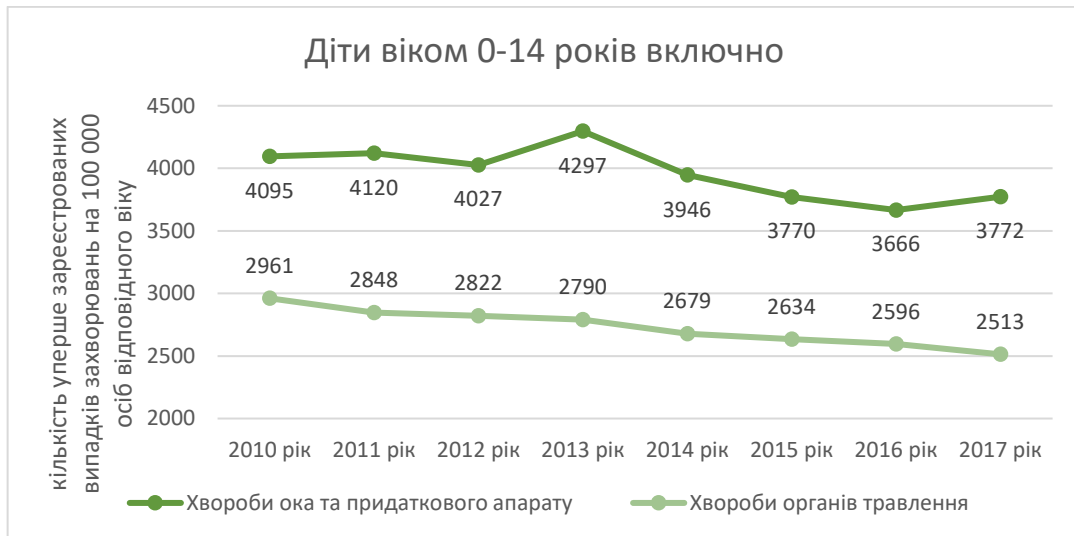


**Рисунок 3.13 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком до 14 років Одеської області по певним класам хвороб, випадки**

Як видно з графіку на рис. 3.14, кількість випадків хвороб органів травлення поступово зменшується з кожним роком. Найбільшу кількість захворювань ока та придаткового апарату зафіксовано у 2013 році, а з 2014 року кількість зареєстрованих захворювань зменшується.

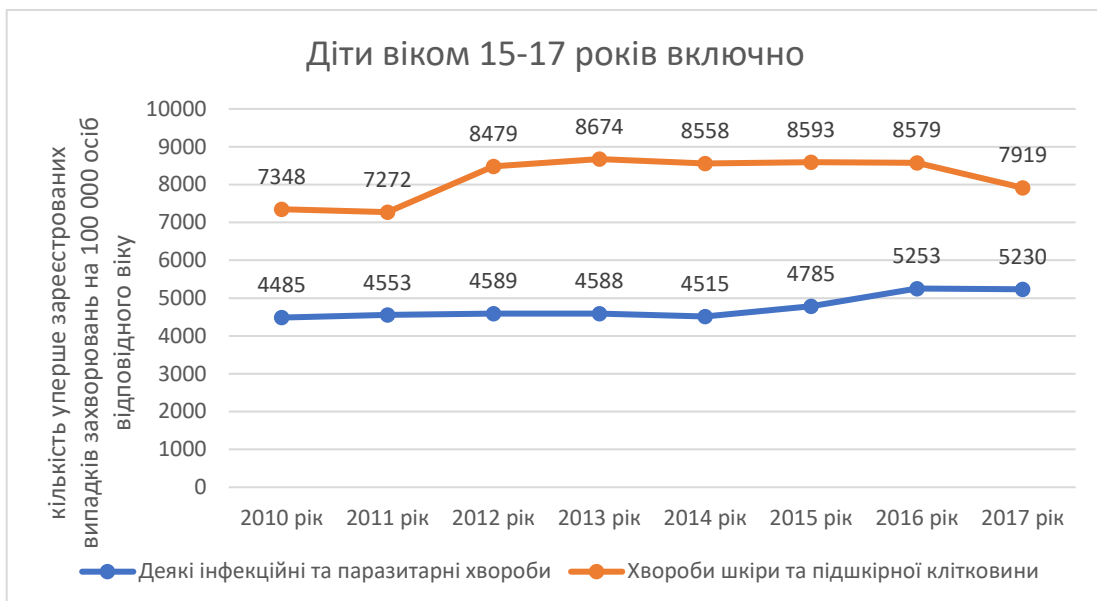


Загалом, у 2017 році кількість уперше зареєстрованих випадків хвороб ока та придаткового апарату зменшилась на 7,9 %, а кількість випадків хвороб органів травлення на 15,1% порівняно з 2010 роком.



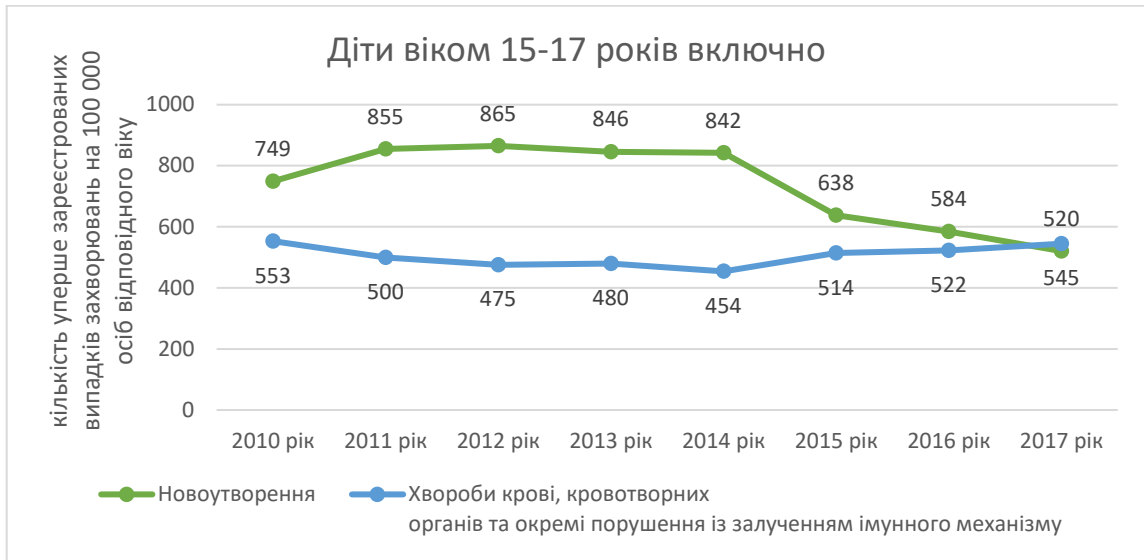
**Рисунок 3.14 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком до 14 років Одеської області по певним класам хвороб, випадки**

Динаміка кількості уперше зареєстрованих випадків деяких інфекційних та паразитарних хвороб не має значних змін у 2010-2014 роках, проте з 2015 року спостерігається збільшення випадків. Загалом, з 2010 року кількість випадків деяких інфекційних та паразитарних хвороб виросла на 16,5%. Кількість випадків хвороб шкіри та підшкірної клітковини випадків хвороб шкіри та підшкірної клітковини у 2012 році збільшилась на 16,6% порівняно з 2011 роком, з 2012 по 2016 рік практично не змінювалась, а у 2017 році зменшилась на 7,7% порівняно з попереднім роком (рис. 3.15).



**Рисунок 3.15 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком від 15 до 17 років Одеської області по певним класам хвороб, випадки**

Кількість уперше зареєстрованих випадків хвороб крові зменшувалось до 2014 року (на 17,9% порівняно з 2010 роком), а з 2015 року поступово збільшується (на 20 % у 2017 році) (рис. 3.16). Кількість уперше зареєстрованих випадків новоутворень у 2011 році збільшилась на 14,1 % порівняно з попереднім роком, у 2011-2012 роках динаміка захворюваності не мала значних змін, а з 2013 року почала значно зменшуватись (на 38,5 % у 2017 році).



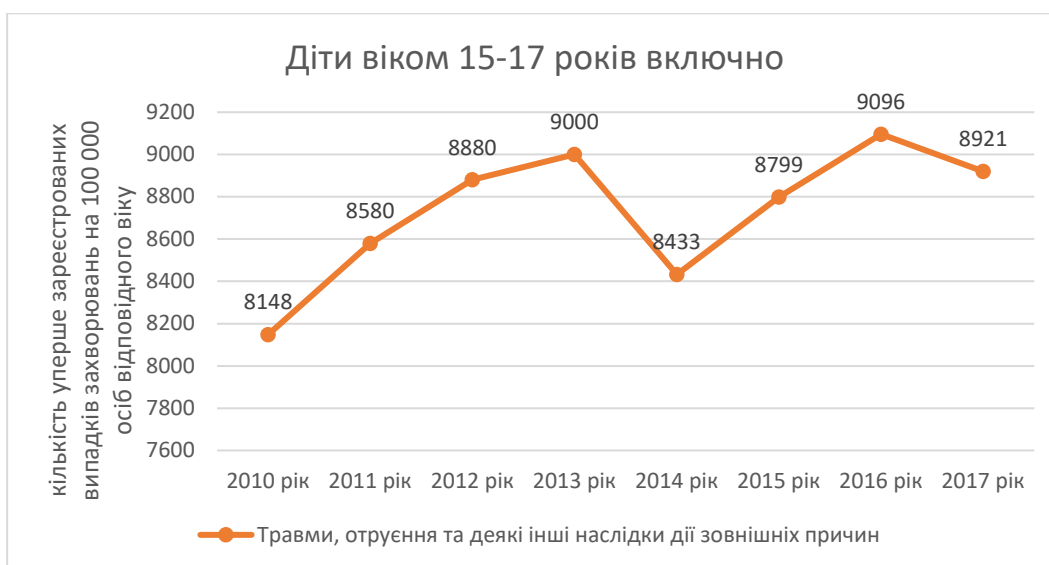
**Рисунок 3.16 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком від 15 до 17 років Одеської області по певним класам хвороб**

Динаміка кількості уперше зареєстрованих випадків хвороб дихання має тенденцію до збільшення, при чому різке збільшення спостерігається у 2013 році та у 2016 році (на 9,1% та на 6% порівняно з попередніми роками відповідно), що проілюстровано на рис. 3.17.



**Рисунок 3.17 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком від 15 до 17 років Одеської області по певним класам хвороб**

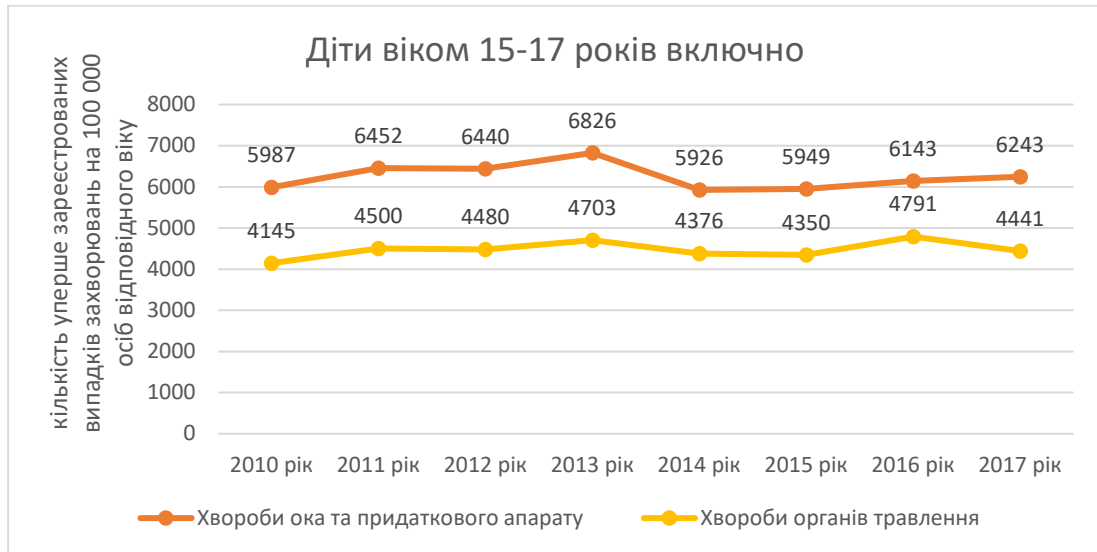
Як видно з графіку на рис. 3.18 кількість травм, отруєнь та деяких інших наслідків дії зовнішніх причин збільшувалась з 2010 року до 2013 року (на 10,4%), а у 2014 році відбулось різке зменшення (на 6,3% порівняно з попереднім роком).



**Рисунок 3.18 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком від 15 до 17 років Одеської області по певним класам хвороб**

Як видно з графіку на рис. 3.19, кількість уперше зареєстрованих випадків захворювання збільшувалось до 2013 року для обох класів хвороб. Проте кількість випадків хвороб ока та придаткового апарату почала збільшуватись з 2013 року (у 2017 році на 8,5 %), тоді як кількість

випадків хвороб органів травлення частково зменшилась у 2014 та 2015 роках (на 6,9% та 7,5 % відповідно порівняно з 2013 роком), а у 2016 році зафіксовано найбільшу кількість випадків.



**Рисунок 3.19 – Динаміка захворюваності дитячого населення віком від 15 до 17 років Одеської області по певним класам хвороб**

Динаміка кількості уперше зареєстрованих випадків деяких інфекційних та паразитарних хвороб не має значних змін у 2010-2017 роках. Кількість випадків хвороб шкіри та підшкірної клітковини також не сильно змінювалась протягом 2010-2015 років, але у 2016 році кількість випадків збільшилась на 12,9% порівняно з попереднім роком (рис. 3.20).

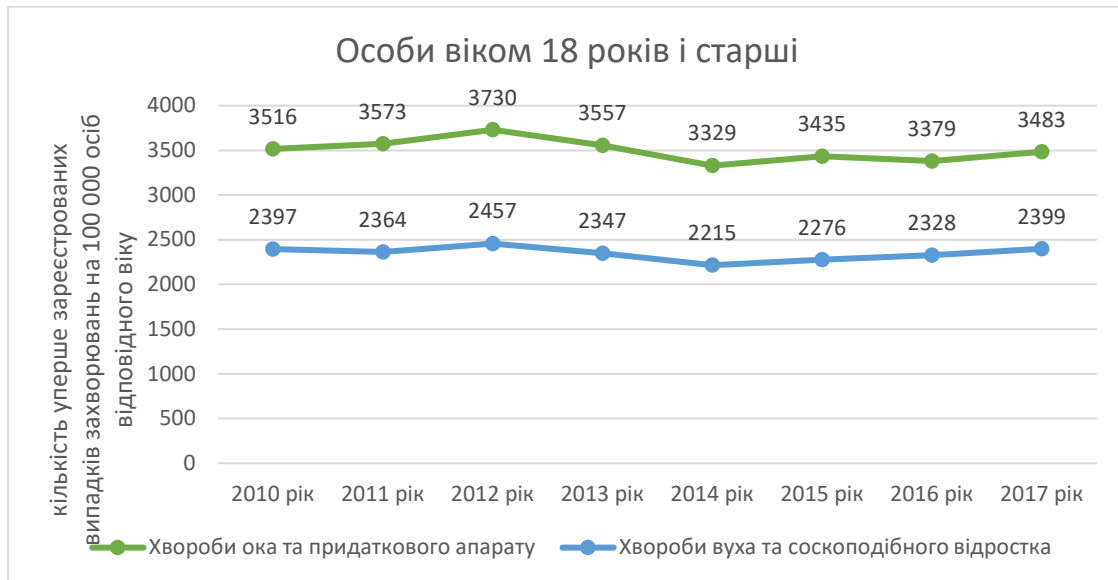


**Рисунок 3.20 – Динаміка захворюваності дорослого населення віком від 18 років Одеської області по певним класам хвороб**

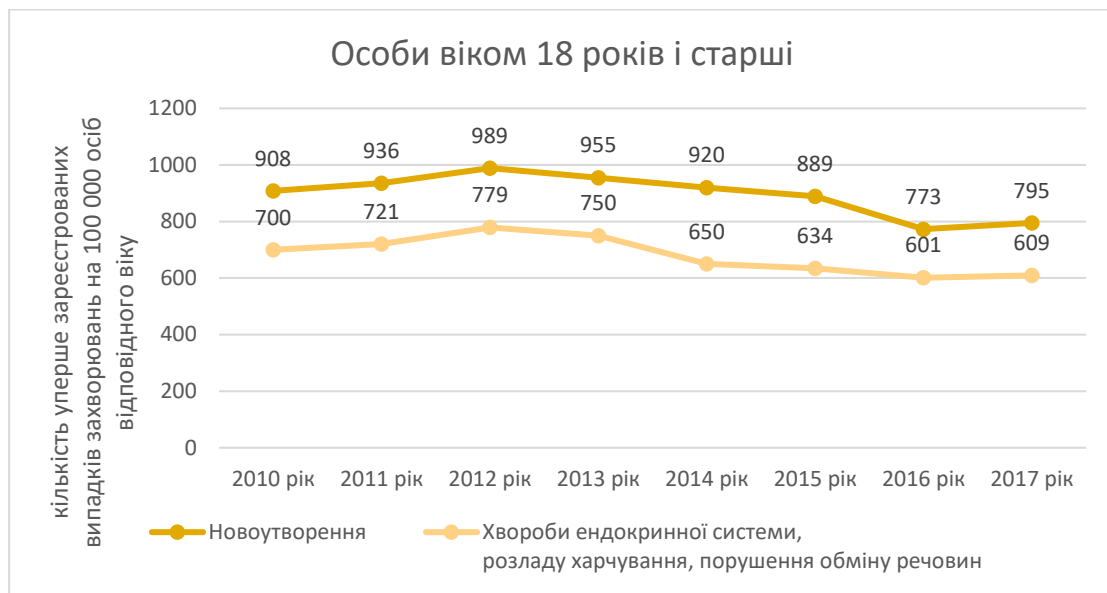
Кількість випадків хвороб вуха та соскоподібного відростка змінюється за роками не значно. Схожа ситуація і з динамікою захворюваності населення за класом хвороб ока та придаткового апарату – найбільша кількість захворювань зафіксована у 2012 році. Загалом, як

видно на рис. 3.21, кількість випадків хвороб вуха та соскоподібного відростка у 2017 році зменшилась на 0,08 % та хвороб ока та додаткового апарату 0,9% порівняно з 2010 роком.

Кількість уперше зареєстрованих випадків новоутворень з 2012 року зменшується (у 2017 році на 19,6%), а найбільша кількість випадків зареєстрована у 2012 році. Така сама ситуація і для динаміки захворюваності дорослого населення за класом хвороб ендокринної системи – кількість випадків хвороб зменшилась на 21,8 % у 2017 році порівняно з 2012 роком (рис. 3.22).

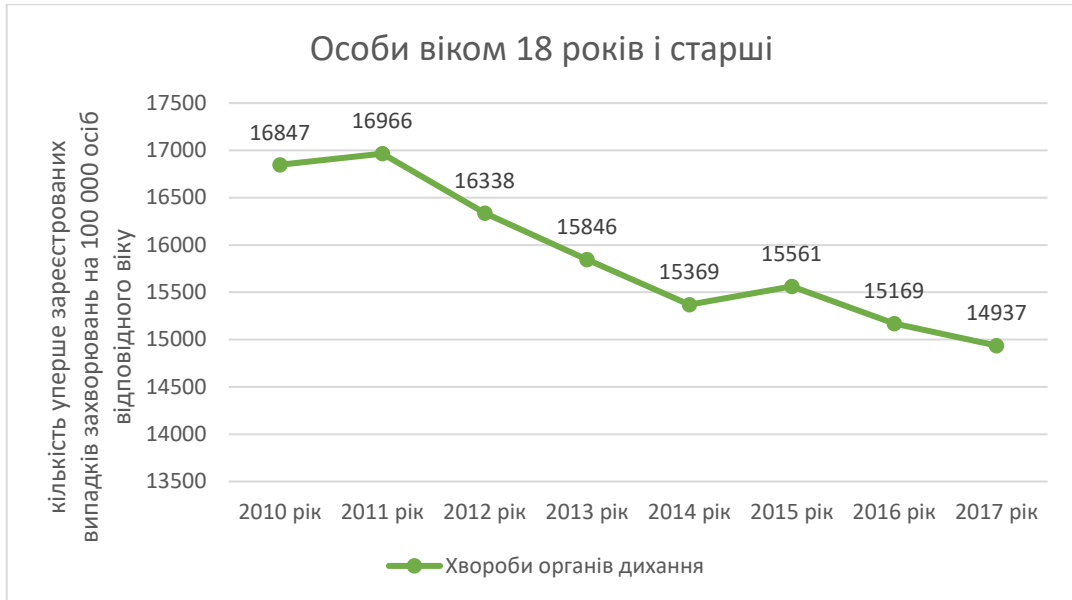


**Рисунок 3.21 – Динаміка захворюваності дорослого населення віком від 18 років Одеської області по певним класам хвороб**



**Рисунок 3.22 – Динаміка захворюваності дорослого населення віком від 18 років Одеської області по певним класам хвороб**

Динаміка захворюваності органів дихання серед дорослого населення віком від 18 років з 2011 року має чітку тенденцію до зменшення – у 2017 році на 11,9 % з незначним збільшенням кількості випадків у 2015 році (рис. 3.23).



**Рисунок 3.23 – Динаміка захворюваності дорослого населення віком від 18 років Одеської області по певним класам хвороб**

Динаміка зареєстрованих випадків хвороб системи кровообігу серед дорослого населення має тенденцію до зменшення – у 2017 році кількість зареєстрованих випадків зменшилась на 19,6 % порівняно з 2010 роком. Як проілюстровано на рис. 3.24, кількість випадків хвороб сечостатевої системи незначно збільшувалась до 2012 року, а з 2013 року почала зменшуватись (у 2017 році на 6,9% порівняно з 2012 роком).



**Рисунок 3.24 – Динаміка захворюваності дорослого населення віком від 18 років Одеської області по певним класам хвороб**

Кількість випадків травм, отруєнь та деяких інших наслідків дії зовнішніх причин з кожним роком поступово скорочується – у 2017 році кількість випадків зменшилась на 13,6 % порівняно з 2010 роком, що простежується за графіком на рис. 3.25.



**Рисунок 3.25 – Динаміка захворюваності дорослого населення віком від 18 років Одеської області по певним класам хвороб**

До хвороб, які значною мірою залежать від стану і факторів навколишнього природного, соціального і виробничого середовища, можна віднести хвороби органів дихання (J00-J98), хвороби органів травлення (K00-K92), новоутворення (C00-D48) та хвороби системи кровообігу (I00-I99). Саме від цих хвороб, а також від деяких інших, в тому числі й зовнішніх причин захворюваності та смертності, помирає найбільша кількість людей. Причиною виникнення деяких інфекційних та паразитарних хвороб (A00-B99) також є навколишнє природне середовище, але частка померлих саме від цих хвороб є порівняно незначною (до 1%) й знижується впродовж принаймні останніх 10 років.

Мережа закладів охорони здоров'я є нерівномірною між містом та селом і характеризується цілим рядом факторів (хуторність заселення сільських жителів, розкиданість населених пунктів і їх віддаленість один від одного, щільність населення на 1 км<sup>2</sup> та ін.), що оказує суттєвий вплив на доступність медичної допомоги і є важливою умовою формування оптимальної мережі медичних закладів, особливо на селі.

Розподіл лікарів за типами населених пунктів наступний: 72,2 % – лікарі міст регіону, 19,2 % – на селі та 10,0 % – у селищах міського типу.

До 90% токсичних, в тому числі канцерогенних, забруднюючих речовин надходить в атмосферне повітря міст у складі відпрацьованих газів автотранспорту. Канцерогенні речовини чинять значний негативний вплив на здоров'я, оскільки не мають порогу шкідливої дії, і незначна кількість молекул канцерогенної речовини може призвести до порушення стану здоров'я людини. Значне надходження шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря міст

обумовлено щорічним збільшенням чисельності автомобільного парку, а також відсутністю можливості розширення транспортних магістралей.

Високий канцерогенний ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту обумовлюють 1,37 бутадиєн, бензол, формальдегід, бенз(а)пірен та інші канцерогенні речовини. Звичайно, ці речовини надходять в атмосферу міста не лише з вихлопами двигунів, але й у складі викидів промислових підприємств. Проте частка внеску автотранспорту в забруднення атмосферного повітря міст шкідливими речовинами зазвичай більша; передбачається, що вона буде зростати, так як темпи росту забруднення атмосфери відпрацьованими газами вищі, ніж темпи росту промислового виробництва. Дослідження з вивчення впливу забруднюючих речовин, що обумовлені викидами автотранспорту певної території (міста, району, тощо) на населення проведені мало, оскільки це пов'язано з рядом складностей. Вони обумовлені рядом проблем, які виникають при спробі вичленити частковий внесок автотранспорту в забруднення повітря міст і визначити кількість населення, що безпосередньо підлягає цьому впливу. Важливе значення мають особливості розповсюдження забруднювачів за рахунок викидів відпрацьованих газів в приземному шарі атмосфери, що погіршує умови розсіювання, в порівнянні з викидами стаціонарних джерел, і створює підвищений рівень забруднення поблизу магістральних вулиць.

Оцінка екологічного ризику є одним з елементів методології аналізу ризику здоров'ю, яка включає в себе оцінку ризику, управління ризиком та інформування про ризик. В науковому відношенні оцінка ризику – це послідовне, системне розглядання всіх аспектів дії фактору, що аналізується, на здоров'я людини, яке містить обґрунтування допустимих рівнів впливу. В науково-практичному застосуванні основна задача оцінки екологічного ризику в отриманні та узагальненні інформації про можливий вплив факторів середовища існування людини на стан його здоров'я.

Науково підтверджено кореляційний зв'язок між станом забруднення атмосферного повітря та захворюваністю. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) констатує, що забруднення повітря призводить до збільшення захворюваності та смертності в світі. За даними цієї ж організації, забруднення атмосферного повітря є пріоритетним чинником ризику для здоров'я населення, при цьому понад 80% захворювань тією чи іншою мірою залежать від якості повітря (Джерело: [mk.dsp.gov.ua](http://mk.dsp.gov.ua)).

Поряд зі збільшенням концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі спостерігалось зростання рівнів захворюваності населення, у тому числі хворобами органів дихання, систем кровообігу, хворобами алергічного походження. Виявлено сильний прямий кореляційний зв'язок між ступенем забруднення повітря пилом і загальним рівнем захворюваності дорослого населення на бронхіальну астму ( $r = 0,88$ ), системи кровообігу ( $r = 0,91$ ), ішемічні хвороби серця ( $r = 0,89$ ), на алергічний риніт ( $r = 0,72$ ).



В Україні негативного впливу атмосферних забруднень зазнає близько 17 млн. осіб, або 34% всього населення. Вади розвитку дітей у містах із забрудненням навколишнього середовища трапляються в 3 - 4 рази частіше, ніж у відносно чистих, хвороби органів дихання реєструються удвічі частіше, загальний рівень захворюваності населення на 25-40% вищий, вищий також рівень алергічних, онкологічних, серцево-судинних, генетичних та інших захворювань.

В таблицях 3.17 – 3.18 наведені санітарно-гігієнічні норми по забруднювачам, які діють в Україні з 2020 року Наказ МОЗУ № 1456 від 14.07.2020 р.

**Таблиця 3.17 – Санітарно-гігієнічні норми по забруднювачам, які діють в Україні з 2020 року Наказ МОЗУ № 1456 від 14.07.2020 р.**

Назва	Гранично допустима концентрація (ГДК)	Клас небезпеки
Вуглецю пил	4,0-10,0	3
Озон	0,1	1
Діоксид азот	2,0	3
Оксид азоту	5,0	3
Діоксид сірки (Ангідрид сірчистий)	10,0	2
Вуглецю оксид	20	4

Специфікою екологічного ризику є, як правило, нерівномірний його розподіл по території, яка піддалася впливу небезпечного фактора. Розподіл ризику залежить від розподілу несприятливих факторів, які можуть бути статистичними або змінними. Водночас забруднення приземного шару атмосфери промисловими викидами може сильно змінюватися в часі залежно від напрямку і швидкості вітру та інших метеорологічних параметрів. У цьому разі слід врахувати дві крайні ситуації: короткостроковий вплив сильнодіючого фактора та тривалий багаторічний вплив відносно малоінтенсивного фактора. Несприятливі зміни у здоров'ї людей, зумовлені щоденним або професійним контактом із токсичними речовинами, в загальному випадку мають вірогіднісний характер. Це зумовлено значними варіаціями у фізичному стані людей, а також неможливо точно контролювати такі визначальні параметри ризику, як доза, час контакту, специфіка надходження речовини в організм тощо.

**Таблиця 3.18 – Гігієнічні норми вмісту хімічних речовин в атмосферному повітрі (Наказ МОЗУ № 52 від 14.02.2020 р.)**

Назва	Гранично допустима концентрація (ГДК) мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки
	максимальна разова	середньодобова	
Пил різний	0,15, -0,5	0.0001-0,15	3
Озон	0,16	0,03	1
Діоксид азот	0,2	0,04	3
Оксид азоту	0,4	0,06	3
Діоксид сірки (Ангідрид сірчистий)	0,5	0,05	3
Вуглецю оксид	5,0	3,0	4

Для дослідження екологічного ризику від забруднення довкілля застосована *Методика оцінки ризиків токсичних ефектів для здоров'я людей від забруднення атмосферного повітря*. Оцінка ризику, яка виконується на її основі, припускає реалізацію сценарію, за якого населення піддається впливу токсиканта, концентрація якого в повітрі  $c$  (мг/м<sup>3</sup>), час експозиції  $t$  не менше 30 хвилин, а ризик захворюваності є функцією дози токсиканта, який поступив в організм середньостатистичного представника групи населення за все життя. Щодо забруднення атмосферного повітря доза токсиканта може бути оцінена на основі даних про концентрацію токсиканта у повітрі та тривалості перебування людей в умовах забрудненого атмосферного повітря.

У дослідженні виконана оцінка канцерогенного ризику хронічної інтоксикації населення від забрудненого атмосферного повітря міст Одеси та Ізмаїл.

На першому етапі дослідження на основі методу ГДК розраховано показники кратності перевищення ГДК з урахуванням відповідних середньодобових та максимально разових ГДК. Для м. Одеса встановлено, що пріоритетною забруднюючою речовиною в атмосферному повітрі є формальдегід; для м. Ізмаїл – діоксид азоту та діоксид азоту (за середньорічними концентраціями).

Сумарний канцерогенний ризик, який не перевищує одиницю, можна вважати допустимим для організму людини, яка знаходиться в умовах відкритого атмосферного повітря і піддається негативному впливу комплексу забруднювальних речовин. Час експозиції може бути

як «безпечним» та і «небезпечним» для людини в умовах відкритого атмосферного повітря. Аналізуючи сумарні канцерогенні ризики хронічної інтоксикації залежно від часу експозиції для кожного з міст Півдня України, встановлено безпечні умови для організму людини.

Для м. Одеси (рис. 3.26) найвищі канцерогенні ризики хронічної дії відзначаються для формальдегіду та оксидів вуглецю. За значеннями сумарного канцерогенного ризику (рис. 3.27) безпечним є перебування в умовах відкритого атмосферного повітря не більше 3 годин на добу.

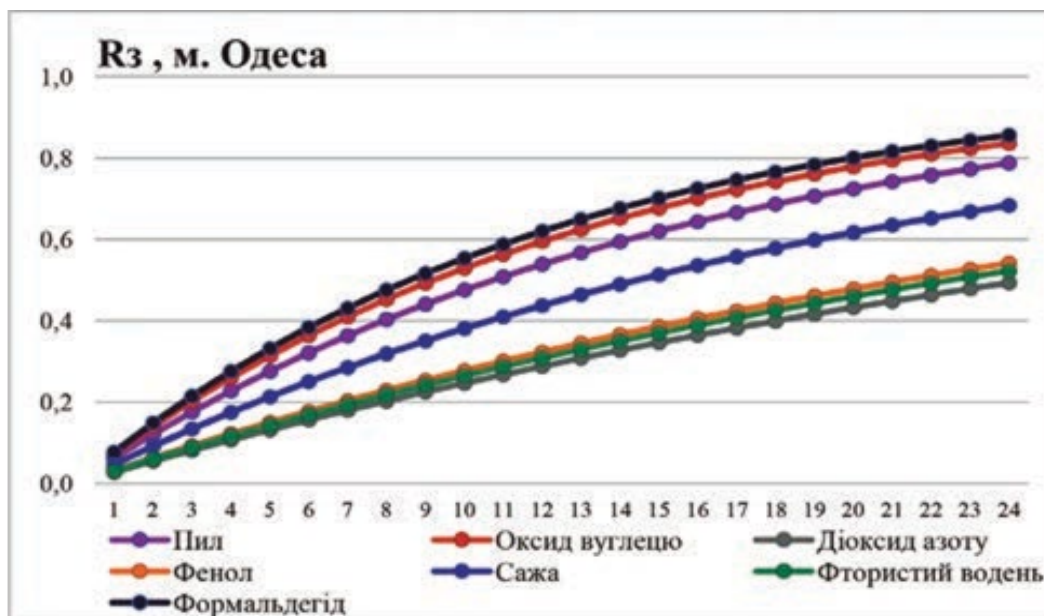


Рисунок 3.26 – Зміна канцерогенного ризику хронічної інтоксикації залежно від часу експозиції (м. Одеса, 2017 р.)

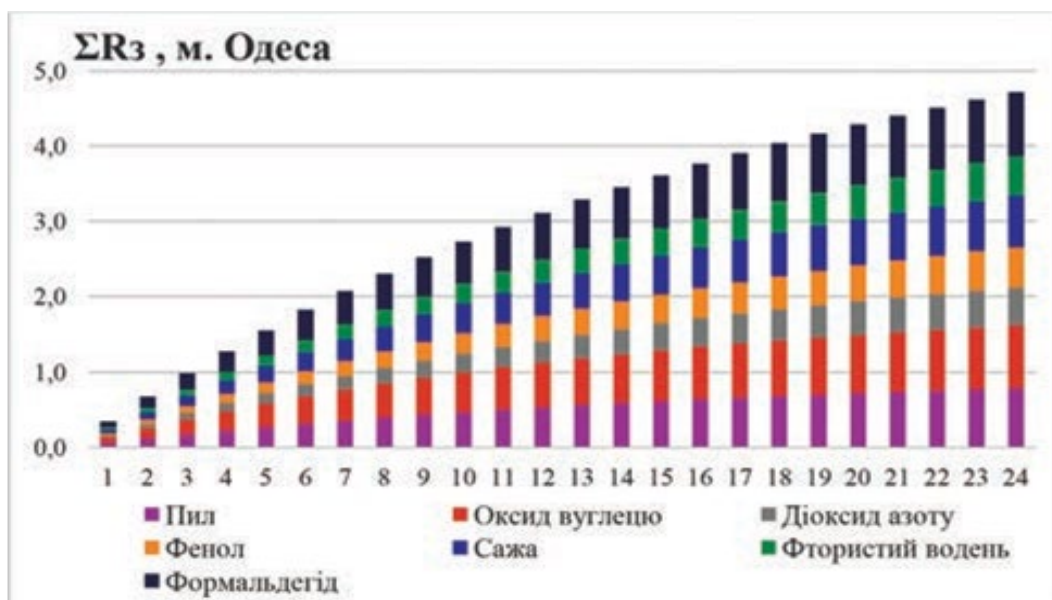


Рисунок 3.27 – Сумарний канцерогенний ризик хронічної інтоксикації (м. Одеса, 2017 р.)

Для м. Ізмаїл (рис. 3.28) найвищі канцерогенні ризики хронічної дії відзначаються для діоксиду сірки. За значеннями сумарного канцерогенного ризику (рис. 3.29) безпечним є перебування в умовах відкритого атмосферного повітря не більше 9 годин на добу.

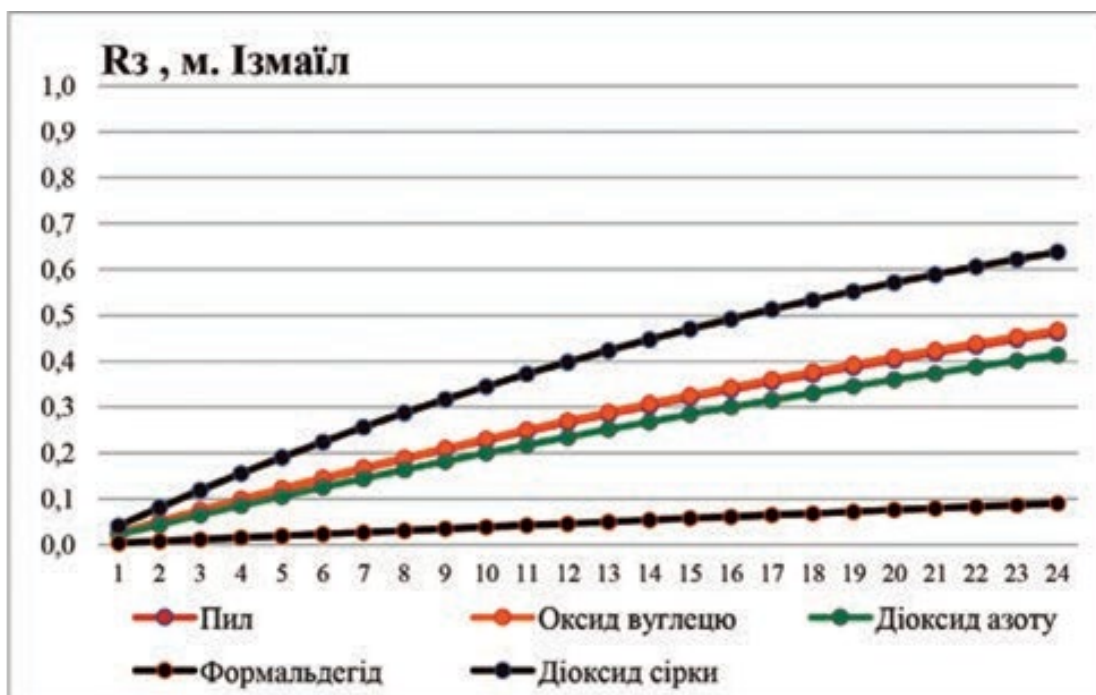


Рисунок 3.28 – Зміна канцерогенного ризику хронічної інтоксикації залежно від часу експозиції (м. Ізмаїл, 2017 р.)

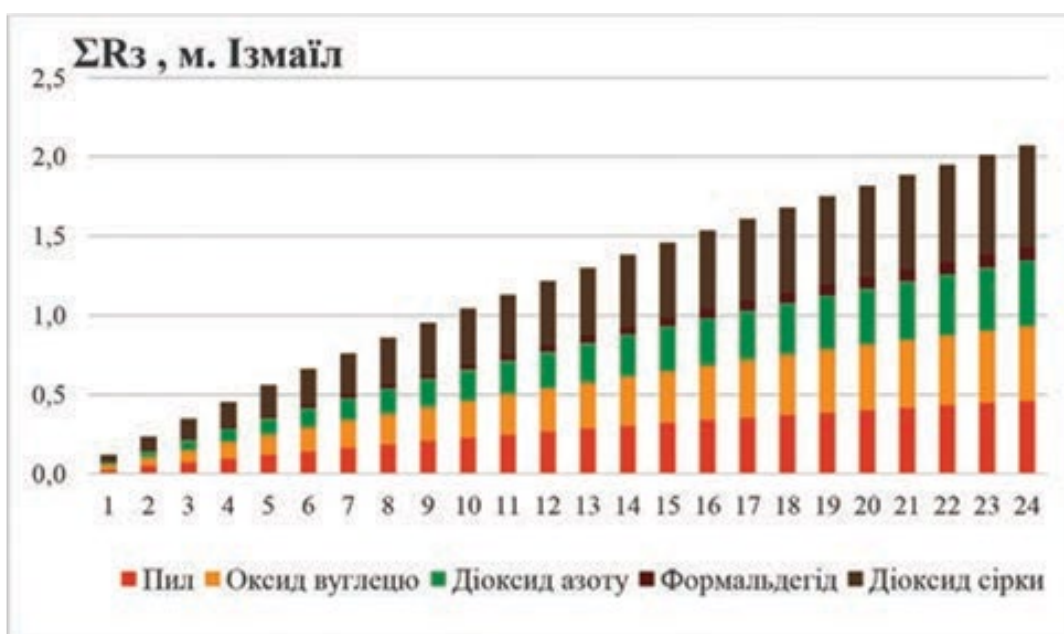


Рисунок 3.29 – Сумарний канцерогенний ризик хронічної інтоксикації (м. Ізмаїл, 2017 р.)

Порівнюючи безпечно за часом експозиції перебування людини в умовах відкритого повітря за наявного комплексу забруднюючих речовин у ньому та сумарні канцерогенні ризики хронічної інтоксикації залежно від часу експозиції, встановлюємо, що найбезпечніші умови перебування на відкритому повітрі характерні для м. Ізмаїлу (9 год.), у Одесі – гірші (3 год.).

Отже це дає усі підстави стверджувати що покращити ситуацію зі здоров'ям населення у м. Ізмаїл, Рені та Усть-Дунайськ можливо шляхом скорочення використання автомобільного транспорту та переходом на більше використання водних шляхів.

### 3.8 Імовірні зміни сучасного стану довкілля без провадження планованої діяльності

До основних чинників антропогенного навантаження на довкілля регіону відносяться: підприємства різних галузей економіки; сільське господарство, яке відноситься до однієї з галузей економіки басейну і характеризується високим рівнем розвитку; поперечні споруди на малих і середніх річках унеможливають вільне проходження води, наносів та міграцію гідробіонтів, а також змінюють транзитний режим річок на акумуляційний.

Ще однією причиною забруднення можуть бути аварійні ситуації, однак в останні роки таких не було зареєстровано.

Основними чинниками, які негативно впливають на природну морфологію русел в басейні Дунаю, їхніх берегів та заплав є урбанізація, протипаводковий захист, сільське господарство та судноплавство. В наслідок цих видів діяльності річки на певних ділянках зазнають спрямлення, днопоглиблення, укріплюються береги, розорюється прилегла до русла частина заплави, змінюється її природна рослинність.

Основними видами антропогенного забруднення регіону є:

– забруднення органічними речовинами. Їх причиною є недостатній ступінь очищення стічних вод або взагалі відсутність очистки. Органічне забруднення може привести до значних змін кисневого балансу поверхневих вод і, як наслідок, до зміни видового складу гідробіонтів або навіть їх загибелі. Надходження органічних речовин зі стічними водами, як правило, оцінюють за непрямыми показниками БСК і ХСК;

– забруднення біогенними речовинами. Надходження біогенних речовин у поверхневі води є рушійною силою евтрофікації, що призводить до збільшення первинної продукції та накопичення органічної речовини. Збагачення води поживними речовинами, які стимулюють розвиток автотрофних гідробіонтів, наслідком чого є небажане порушення балансу організмів у водному середовищі та зниження якості води. Серед біогенних речовин домінуючу роль відіграють сполуки фосфору та нітрогену, в окремих випадках можуть чинити вплив ферум, силіцій та молібден. Основними джерелами надходження є неочищені стічні води комунального господарства та промисловості. Широке використання фосфоровмісних пральних порошків і миючих засобів при недостатній очистці стічних вод посилює забруднення біогенними речовинами.

– гідроморфологічні зміни. Вони є однією із головних водно-екологічних проблем, які перешкоджають досягненню встановлених та закріплених в ПУРБ екологічних цілей. Гідроморфологічні зміни, як результат господарської діяльності, впливають на умови існування водних угруповань. За даними Державного агентства водних ресурсів України значна частина ставків регіону мають незадовільний технічний стан. Більшість з них побудовані в 1960-1980 рр. за спрощеною проектною документацією. Греблі земляні, з незакріпленими укосами, багато з них розмиті. Водоскидні споруди за технічним станом, зазвичай, не відповідають сучасним вимогам.

## 4 ОПИС ФАКТОРІВ ДОВКІЛЛЯ, ЯКІ ЙМОВІРНО ЗАЗНАЮТЬ ВПЛИВУ З БОКУ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЇЇ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ, У ТОМУ ЧИСЛІ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Джерелами впливів планованої діяльності на довкілля можуть бути:

- будівельні машини та механізми, плавзасоби та транзитні судна (газоподібні та аерозольні викиди у повітря, акустичне забруднення, механічна дія, хімічне забруднення води та збільшення вмісту у воді завислих речовин під час проведення робіт з днопоглиблення та складування ґрунтів днопоглиблення);

- змінена внаслідок планованої діяльності морфометрія рукавів та району морського підхідного каналу (гідрологічний вплив та гідродинамічна дія).

Прямі види впливів при цьому поділяються на хімічні, фізичні та механічні. Опосередкованим видом впливу є біологічний (зміна умов життєдіяльності гідробіоценозів).

### 4.1 Стан фауни

Можливий **опосередкований** вплив на тваринний світ за рахунок впливів на абіотичні умови довкілля.

При оцінці можливих впливів реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» на рослинний і тваринний світ дослідження головним чином були зосереджені на територіях білатерального біосферного заповідника дельти Дунаю (БЗДД), однією частиною якого є Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) на території України, а другою частиною природоохоронні території румунської частини дельти (які, за поданням Румунської сторони, можуть підлягати потенційному впливу ГСХ).

Внаслідок виконання будівельних та експлуатаційних робіт з розчищення бару гирла Бистре та поглиблення русла Кілійського та Старостамбульського рукавів, а також завдяки інтенсифікації руху водного транспорту антропогенне навантаження збільшуватиметься в першу чергу на прилеглі до траси ГСХ Дунай – Чорне море біотопи, які в межах території ДБЗ складають своєрідний комплекс, обумовлений різноманіттям ландшафтів і перехідним (екотонним) місцезнаходженням між великою рікою та Чорним морем. Водні екосистеми ДБЗ – це прісноводні, а в авандельті Кілійського рукава ще й солонуватоводні екосистеми, які розвиваються у водотоках, лиманах, численних озерах і кутах. Специфічною екосистемою узмор'я є контактна зона Дунаю та Чорного моря, куди з величезними водними масами Дунаю, окрім завислих і розчинених біогенних речовин, щорічно виноситься від 100 до 200 тисяч тонн прісноводного планктону та інших організмів, які гинуть і осідають на дно, створюючи запаси органічних речовин. Це явище має вирішальне значення для процесів формування біологічної

продуктивності північно-західної частини Чорного моря та живих ресурсів власне Дунаю з прохідним способом відтворення популяцій іхтіофауни (зокрема, осетрових риб та дунайського оселедця).

Тваринний світ дельти Дунаю дуже багатий і різноманітний. У період 1991-1997 рр. у дельті Дунаю в цілому було зареєстровано 3491 вид тварин, включаючи 3018 безхребетних і 473 хребетних, серед яких 325 видів птахів, 85 видів риб, 9 – земноводних. Прісноводна іхтіофауна нараховує 78 видів риб (що підтверджується також даними 2009 р., 10 з яких – далеко мігруючі види (переміщуються між Чорним морем та річкою Дунай або її дельтою), а 12 видів є суто річковими мігрантами [1]. Згідно з дослідженнями 2009 р., на румунській частині БЗДД відмічено 318 видів мігруючих птахів, а на мілководних ділянках узмор'я перед гирлами дунайських рукавів Суліна – Святого Георгія – 43 види макрзообентосу [1].

Результати комплексу досліджень, виконаних за період від початку робіт з відновлення судноплавства в українській частині дельти Дунаю в рамках проєкту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти», вказують на відсутність істотних транскордонних впливів на **іхтіо-** та **орнітофауну**. Оцінка впливів експлуатаційного днопоглиблення та дампінгу на **кормову базу риб** Дунайського узмор'я також свідчить про їх локальність, що не може відобразитися на загальній біопродуктивності району та мати транскордонний характер.

#### ***Результати досліджень видового складу ссавців, герпето- та батрахофауни ДБЗ***

Результати моніторингу ДБЗ 2017 р. підтвердили попередні дослідження видового складу **герпето-** та **батрахофауни** ДБЗ, а саме наявність на території заповідника 11 видів амфібій і 6 видів рептилій та відсутність істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на стан популяції земноводних і плазунів фауни ДБЗ. [20] Головним фактором, який впливав на розмноження представників батрахофауни протягом 2020 р., був порівняно невисокий рівень води. Видовий склад і сучасний охоронний статус видів батрахо- і герпетофауни територій ДБЗ, розташованих у районі гирла Бистре та о. Єрмаків, підтвердили наявність описаних раніше видів земноводних і плазунів (Кумка червоночерева – *Bombina bombina*, Тритон дунайський – *Triturus dobrogicus*, Болотна черепаха європейська – *Emys orbicularis*), їх біотопічний розподіл. Слід зазначити, що під час проведених досліджень істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на стан популяцій земноводних і плазунів фауни ДБЗ виявлено не було. [2, 25]

Видовий склад **ссавців** (дикий кабан, норка, видра, ондатра, заєць, дика кішка та ін.) в останні роки перебуває на рівні 42 видів (за даними 2009 та 2017 рр. [1, 20, 22]). Частина представників даного класу тварин, які мешкають на території ДБЗ і мають дуже високу або значну чисельність популяцій, підлягає охороні на національному й міжнародному рівнях, у той час, коли у багатьох державах Європи їм загрожує знищення. Наприклад, згідно з

дослідженнями 2022 р. [2], постійний статус перебування на цій території мали такі рідкісні види, як *Вудра річкова* – *Lutra lutra* та *Тхир степовий* – *Mustela evermannii*, і дуже рідкісні види *Норка європейська* – *Mustela lutreola* та *Тюлень-монах звичайний* – *Monachus monachus*.

Протягом досліджень 2020 р. наявні факти реєстрації обережних рідкісних видів у безпосередній близькості до ГСХ свідчили про помірний рівень турбування ссавців з боку суднохідного гирла, а фактично новий біотоп, який з'явився у приморській частині дельти після будівництва гранітної дамби, може приваблювати окремих видів ссавців, у тому числі тих, які мають охоронний статус. Слід відмітити, що під час проведених досліджень істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай - Чорне море на стан популяції ссавців фауни ДБЗ виявлено не було. [3]

### ***Результати орнітологічних досліджень впливу ГСХ***

Водно-болотні угіддя Кілійської дельти Дунаю мають міжнародне значення головним чином як місця репродукції та масових скупчень водоплавних птахів. Станом на 2002 р. на цій території було зареєстровано 257 видів птахів (близько 62 % орнітофауни України), з яких 124 види гніздяться у дельті Дунаю. Найбільш численну групу складають перелітні птахи – 196 видів; значна кількість відома на зимуванні – 129 видів; в якості летких зареєстровано 41 вид, кочівних – 3, залітних – 8 видів. Провідне місце в орнітофауні заповідника посідають водоплавні й навколводні птахи, особливо гусеподібні (лебеді, гуси, качки), веслоногі (пелікани та баклани), лелекоподібні (чаплі та ібіси), ржанкоподібні (кулики й чайки), серед яких занесені до Червоної книги України рожевий пелікан (*Pelecanus onocrotalus*), колпиця (*Platalea leucorodia*), каравайка (*Plegadis falcinellus*), жовта чапля (*Ardeola ralloides*), нирок білоокий (*Aythya nyroca*), кулик-довгоніг, великий та середній кулики та інші. [4]

Абсолютна більшість відомих для ДБЗ птахів має той чи інший природоохоронний статус, підпадає під дію тих чи інших міжнародних природоохоронних конвенцій та угод: 42 види орнітофауни дельти (близько 16 %) занесені до Червоної книги України (1994) та Європейського червоного списку (1991); до Червоної книги Міжнародного союзу охорони природи (МСОП) занесені: кучерявий пелікан (*Pelecanus crispus*), малий баклан (*Phalacrocorax pygmaeus*), червонодзьоба казарка (*Rufibrenta ruficollis*), орлан-білохвіст та інші. Для деяких з них, таких як малий баклан, дунайська дельта є ключовим угіддям у глобальному масштабі, для пелікана кучерявого – в європейському масштабі. [4]

В 2017 р. у рамках моніторингових робіт на території ДБЗ був проведений повний аналіз видового складу та статусу перебування птахів у районі ГСХ по гирлу Бистре. Станом на грудень 2017 р. на зазначеній території відмічено 276 видів птахів (65 % видового складу орнітофауни України), з яких 234 види є пролітними, 17 – кочовими, 3 – інвазійними, 142 – зимуючими, 7 – залітними, 2 – інтродукованими, 116 – гніздовими, 80 – перелітними, 55 – літуючими, 38 – осілими. Згідно з отриманими даними, відбулося збільшення загальної



кількості видів птахів за останні роки на території ДБЗ на 19 видів, що свідчить про відсутність негативного впливу створення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на біорізноманіття орнітофауни в цілому, а коливання у статусі перебування птахів у районі ГСХ по гирлу Бистре вказують на локальні впливи – як природного, так і антропогенного (у тому числі ГСХ) характеру – на окремі види. Також у 2017 р. до складу фауни заповідника увійшов новий вид – кам'янка іспанська *Oenanthe hispanica* (належить до підвиду *melanoleuca*), відмічена неподалік ГСХ по г. Бистре. [20, 21]

З чотирьох основних ділянок заповідника найбільше видове різноманіття птахів характерно для вторинної дельти Кілійського рукава (де розміщуються основні колонії бакланових, чаплєвих, ібісових, а на мілководдях Кілійської авандельти Дунаю сезонні скупчення птахів нараховують понад 50 тисяч особин, серед яких більшість складають мігруючі качки), далі в цьому ряду йдуть Стенцівсько-Жебріянські плавні, Жебріянська гряда та о. Єрмаків. До особливо цінних відносяться орнітокомплекси приморських низьких острівців і кіс. Зокрема, на південь від гирла рукава Бистрий наприкінці ХХ ст. виникла коса Пташина, де розмістилася одна з двох найбільш важливих у заповіднику колоній ржанкоподібних птахів (гніздяться: кулик-сорока (Червона книга України), морський зуйок (Червона книга України), кричак річковий та строкатоноса, чайка реготуха, шилодзьобка). В цілому кількість колоніальних птахів, які гніздуються наземно, у приморській частині дельти в 2007-2008 рр. залишалася практично на однаковому рівні й становила біля 6400 пар. [1]

У плані вивчення впливу гідротехнічного будівництва та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на колоніальні поселення птахів, зокрема, на косі Пташиній, важливим є визначення співвідношення природних і штучно викликаних процесів [1].

1. Встановлено, що за останні 3 десятиріччя в українській частині дельти Дунаю основні місця колоніальних поселень птахів змінювалися декілька разів (приморські коси Перебійна, Таранова, Потапова (Дальня), Пташина та Нова Земля): на Потаповій, Тарановій та Пташиній косах причиною зникнення колоній було їх з'єднання з основними островами. При цьому у випадку відновлення ізоляції колонії на них також відновлювалися, як це мало місце з Тарановою косою у 2007 та 2008 рр. З Пташиної коси колонії перемістилися на інші території – Нову Землю та Таранову косу, розташовані неподалік. На Перебійній косі, що залишається ізолюваною на протязі десятків років, колонії зникли в результаті її інтенсивного заростання, що зробило можливим постійне мешкання тут собаки єнотоподібного та, частково, дикого кабана. Ці ссавці потрапляли на косу переважно в зимовий період по льоду.

2. На косі Пташина – дельтовому новоутворенні у районі гирла рукава Бистрий – у роки, що передували початку робіт з будівництва морського підхідного каналу ГСХ, існували одні з найбільших у дельті Дунаю колоніальні гніздові поселення наземних гніздових птахів, головним чином, жовтоногого мартина та кричків: річкового (*Sterna hirundo*) і рябодзьобого (*Thalasseus*

*sandvicensis*). У 2004 р. успішність розмноження колоніальних видів птахів на цій косі різко впала (у 9-15 разів), зокрема, для рябодзьобого крячка – основного колоніального виду приморських кіс переднього краю дельти – до 3-5 % у 2004 р. проти звичайних 50-70 % у попередні роки, а для річкового крячка (другого за чисельністю виду) - до 7–10 % проти звичайних 60-80 %. Відповідно до висновку з акту огляду коси Пташиної, найбільш імовірною причиною невдалого розмноження і подальшої зміни місця гніздування слід вважати *штормові явища*, що мали місце у період насиджування яєць - природний чинник, який нерідко призводить до знищення кладок на косах (внаслідок чого у птахів, які гніздяться у таких біотопах, розвинулася здібність до повторного відкладання яєць), але не можна цілком виключити й дію *фактору турбування, викликаного виконанням днопоглиблювальних робіт на барі рукава Бистрий на віддаленні 500 м від коси*.

Починаючи з 2005 р., спостерігалось поступове зменшення колоній, які у 2008 р. повністю зникли. Причиною зникнення колоній, за висновком орнітологів, вважається *прогресивне обміління акваторії між основним дельтовим островом Кубану та Пташиною косою*, яке вже з зими 2007-08 рр. призвело до доступності території коси для наземних хижаків (лисиці й собаки снотоподібного) та кабана дикого, в результаті чого птахи вимушені були покинути традиційні місця гніздування. У той же час, види дисперсно-гніздових куликів, які є більш толерантними до присутності наземних хижаків, продовжують гніздитись на косі у звичайній кількості.

3. Результати орнітологічних досліджень фахівців ДБЗ засвідчили, що у весняний період приморські дельтові угіддя, у тому числі район рукава Бистрий, мають невелике значення для мігруючих водоплавних та гніздових птахів (головним чином Мартинових (*Laridae*), частково – куликів), які у цей час притримуються внутрішніх водойм, де існують найбільш оптимальні умови для живлення. Ніяких змін у чисельності та розміщенні птахів у період весняної міграції в районі ГСХ, пов'язаних з діяльністю із відновлення судноплавства по рукаву Бистрий, не спостерігалось.

4. Через зону ДБЗ, у тому числі рукав Бистрий, проходить один з найбільших міграційних шляхів птахів, який сполучає Європу, Азію та Африку. Чисельність фонових водоплавних та навколводних птахів у післягніздових сезонних скупченнях у ДБЗ з року в рік змінюється у широких межах, що пов'язано в першу чергу з кліматичними умовами, наявністю або зміною територій харчування, фактором занепокоєння. В результаті обміління кута Бистрого та його заростання водяною рослинністю покращилась харчова база деяких видів птахів: у сезонних скупченнях зросла частка пеліканів, чапель та куликів, особливо крижня (з 22,40 % до 74,30 %), а різке зниження частки великого баклану в сезонних скупченнях у районі рукава Бистрий пояснюється тим, що птахи для відпочинку стали значно активніше використовувати територію коси Нова Земля. Подальше обміління кута Бистрий та заростання

водяною рослинністю може призвести до зменшення придатних місць харчування цілого ряду видів птахів. [1]

У ході моніторингу орнітофауни в 2017 р. колоніальних поселень на ГСХ по г. Бистре та його околицях (косі Пташиній, гранітній дамбі) виявлено не було, як і масового гніздування на косі Нова Земля. Колоніальне поселення наземногніздуючих видів було відмічене, як і у минулі роки, лише на Тарановій косі (на відстані 15 км від ГСХ по гирлу Бистре). Наймасовішим на гніздуванні видом був крячок рябодзьобий *Thalasseus sandvicensis* (4000 пар), чисельність яких на території ДБЗ була найвищою за останні 17 років. На о. Єрмаків у колоніальному поселенні чапель та малих бакланів у 2017 р. була відмічена 1 особина чаплі єгипетської *Bubulcus ibis* – виду, який в українській частині дельти зустрічався останній раз лише в 1977 р. [20]

У серпні та вересні 2020 р. були продовжені дослідження щодо впливу експлуатації ГСХ на видовий склад та чисельність птахів у період осінніх міграцій на території Дунайського біосферного заповідника. Загалом на території ДБЗ відмічено перебування 246 пролітних та 99 перелітних видів, серед яких у районі ГСХ – 237 та 72 видів відповідно. [25]

У порівнянні з минулими роками терміни міграції та видовий склад птахів майже не змінилися. Вперше безпосередньо на гранітній дамбі у баровій частині гирла Бистре у вересні 2020 р. було відмічено плиску гірську *Motacilla cinerea*, яка раніше у даному регіоні зустрічалася у зимовий період, що ще раз демонструє, що гранітна дамба виконує роль певного рефугіуму для ряду видів під час міграцій, де птахи харчуються.

В 2020 р. відбулися певні біотопічні зміни в районі ГСХ в результаті маловодності та сукцесійних явищ. Це відобразилося на розподілі й чисельності птахів, у першу чергу водно-болотного комплексу. Під час досліджень у вересні 2020 р. приморської частини островів Кубанський та Стамбульський території луків, які відіграють важливу роль для птахів, через малу кількість опадів та низький рівень Дунаю, на відміну від попередніх років, були повністю сухими, тому птахів водно-болотного комплексу на цій ділянці не було відмічено. Меншою порівняно з попередніми роками виявилася чисельність птахів на о. Єрмаків, оскільки через значне пересихання на цьому острові залишилися обводненими лише найбільші плеса та канали. [25]

В районі барової частини ГСХ 23.09.2020 на мілководних ділянках, що утворилися вздовж південної частини гранітної дамби та мілководних ділянках між косою Пташиною та о. Кубанським, домінуючими видами були лебеді-шипуні *Cygnus olor* (близько 250 особин), гуски сірі *Anser anser* (близько 50 ос.), крижні *Anas platyrhynchos* (близько 100 ос.), чирянки великі *Anas querquedula* (близько 80 ос.), чепури великі *Ardea alba* (близько 10 ос.).

У меншій кількості були відмічені пелікани кучеряві *Pelecanus crispus* (3 ос.), пелікани рожеві *Pelecanus onocrotalus* (2 ос.), кваки *Nycticorax nycticorax* (3 ос.), чаплі руді *Ardea purpurea* (2 ос.), нерозні *Anas strepera* (близько 20 ос.), пірникози великі *Podiceps cristatus* (близько 10

ос.). На самій дамбі традиційно були відмічені баклани великі *Phalacrocorax carbo* (близько 300 ос.), які для відпочинку використовують центральну частину дамби та її шпиль.

На косі Пташиній, яка контактує з морем, були відмічені скупчення крячка рябодзьобого *Thalasseus sandvicensis* та річкового *Sterna hirundo*, мартина звичайного *Larus ridibundus*, мартина жовтоногого *Larus cachinnans* та крижня *Anas platyrhynchos*. Також було відмічено дві молоді особини орлана-білохвоста *Haliaeetus albicilla*.

На досліджених ділянках у зонах очеретяних заростей та заплавного лісу змін у видовому складі виявлено не було.

У експертних висновках заключного звіту Комісії із запиту зазначено, що значущість транскордонних впливів на птахів від втрат місць мешкання у ряді пунктів поставлено у залежність від змін гідрологічних і морфодинамічних впливів [5]. Оскільки проведені поглиблені модельні дослідження не дають підстав для тверджень щодо імовірності значних транскордонних впливів ГСХ на гідрологію і морфодинаміку дельти, то й відповідні транскордонні впливи від фізичної втрати місць мешкання птахів не можна оцінювати як імовірно значні.

Результати поглибленої оцінки транскордонних аспектів впливу влаштування відвалів ґрунту, проведення днопоглиблювальних робіт і створення берегозахисних споруд на орнітофауну внаслідок втрати місць їх мешкання з урахуванням результатів комплексу фауністичних досліджень, виконаного за період від початку робіт з відновлення судноплавства в українській частині дельти Дунаю, засвідчили відсутність істотного транскордонного впливу на орнітофауну, викликаних проведенням днопоглиблювальних робіт у рукавах та низьку імовірність виникнення таких впливів у подальшому, враховуючи встановлені сезонні та просторові обмеження на проведення таких робіт, а також відмову від використання берегових відвалів на о. Єрмаків. Берегові відвали вздовж лівого берега Кілійського рукава, які залишились для подальшого використання, знаходяться на екологічно знецінених ділянках поза межами заповідних територій і не можуть завдавати істотного негативного транскордонного впливу на орнітофауну [5].

Експертом Комісії із запиту найбільш істотним порівняно з іншими імовірними негативними транскордонними впливами на птахів визнано вплив втрати місць мешкання через днопоглиблення на барі рукава Бистрий, особливо для крячків [5]. В плані вивчення впливу гідротехнічного будівництва та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на колоніальні поселення птахів на косі Пташиній, важливим є визначення співвідношення природних і штучно викликаних процесів еволюції коси.

Моніторингові спостереження на території ДБЗ показали, що в результаті обміління затоки Бистре коса Пташина стала доступною для наземних хижаків і кабанів, у зв'язку з чим колоніальні поселення наземно-гніздових птахів перемістилися на сусідні коси - Таранову та

Нову Землю. Аналіз ретроспективних даних свідчить, що у дельті Дунаю має місце багаторічний перерозподіл поселень колоніальних птахів на значних територіях, а за останні три десятиріччя на українській частині дельти Дунаю основні місця багаторічних колоніальних поселень птахів змінювались декілька разів. Головною причиною зникнення колоніальних поселень птахів з тієї чи іншої приморської коси є її з'єднання з прилеглим островом в результаті природного розвитку переднього краю дельти. Ці дані свідчать про наявність процесів адаптації орнітофауни до факторів впливу та мінливих факторів середовища.

Відокремити вплив відновлення та експлуатації ГСХ на масові сезонні скупчення птахів та їх розподіл на зимівлі від природних змін практично неможливо. За висновками фахівців ДБЗ, вони головним чином обумовлені природними факторами (гідрометеорологічні умови року, зміни конфігурацій приморських кіс в результаті природного розвитку переднього краю дельти, проникнення хижаків на місця гніздування тощо).

Звіти моніторингових робіт на території ДБЗ свідчать, що острів Пташиний втратив своє значення для розмноження птахів внаслідок розорення гнізд хижакими. За останніми даними встановлено, що колоніальних поселень на ГСХ по г. Бистре, його околицях (косі Пташиній) та масового гніздування наземногніздуючих видів на косі Нова Земля не виявлено. Колоніальні поселення наземногніздуючих видів були відмічені лише на Тарановій косі, що знаходиться в 15 км від ГСХ по гирлу Бистре. Найбільша кількість видів та чисельність птахів відмічено на початку дамби, на віддалі до 100 м від острівної частини. Це пов'язано з наявністю мілководних ділянок для харчування птахів водно-болотного комплексу та наявності чагарникової та трав'янистої рослинності.

#### ***Вплив на іхтіофауну, її склад, нерестові умови, промислові запаси***

Іхтіофауна р. Дунай відрізняється багатством видового складу. У районі дельти виявлено 89 видів риби, які належать до 30 родин. У промислових уловах зустрічається до 40 видів, але основу уловів складають 10-15 видів. Окрім аборигенних видів часткових риби, тут велику частину року присутні прохідні види – осетрові, дунайський оселедець. Нижні ділянки Дунаю є їх міграційними шляхами до місць нересту, личинки цих риби потім пасивно скачуються по цих ділянках вниз до моря. Скат личинок зазвичай відбувається з квітня до серпня, максимальна його інтенсивність наприкінці травня – на початку червня.

Риби – найважливіший елемент фауни гирлової області Дунаю. Значні розміри прісноводних і солонуватоводних акваторій, сприятливі трофічні умови дельти обумовили високу біологічну різноманітність і щільність іхтіофауни. Рибні запаси гирла Дунаю – один з головних природних ресурсів цього регіону, важливий об'єкт господарської діяльності – вилову та переробки [6].

Дельта Дунаю – місце нересту та нагулу цінних видів риби, через неї проходять шляхи міграції прохідних і напівпрохідних риби. На початок 2000-х рр. в українській частині дельти

нараховувалося 2 види круглоротих (підклас міноги (*Petromyzones*): мінога угорська – *Lampetra danfordi Regan* і мінога українська – *Lampetra mariae Berg.*) і 90 видів риб з 30 родин [4, 17], включаючи всі види риб з Європейського червоного списку (зокрема, шип і атлантичний осетер (з осетрових), чорноморський і дунайський лосось (з лососевих), чоп великий і малий (з окуневих), а також умбра). Ці та ще 8 видів риб занесені до Червоної книги України. З прісноводних видів переважають представники коропових, окуневих і бичкових.

Комісія із запиту визнала найімовірніше значними транскордонними такі впливи: вплив збільшення вмісту завислих речовин на риб і кормову базу риб, вплив погіршення якості води, вплив проникнення солоних вод до рукава Бистрий [5]. Ці висновки збігаються з висновками ОВНС, які базувалися на результатах прогнозування впливу днопоглиблювальних робіт на якість річкової і морської води.

Близьким до цього по своїй сутності є окремо виділений Комісією "вплив збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт на риб" [5]. Це формулювання у кінцевому переліку впливів, сформованому Комісією по запиту [18], віднесено відразу до двох градацій: "імовірно значні транскордонні впливи" та "імовірні негативні транскордонні впливи, але недостатньо інформації, щоб судити про їх значущість". Виходячи з наведених вище результатів додаткових досліджень поширення завислих речовин на найбільш чутливих до транскордонного впливу руслових ділянках ГСХ і з того факту, що до цього часу безпосередніми вимірюваннями не зафіксовано підвищення концентрації завислих речовин нижче місць роботи земснарядів у порівнянні з фоновими значеннями, слід вважати цей вплив суто локальним, хоча це не заперечує доцільності подальшого його вивчення на стадії післяпроектного аналізу.

Транскордонні аспекти впливу на риб збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місця проведення днопоглиблювальних робіт можуть полягати:

- у впливі на риб збільшення концентрації завислих речовин безпосередньо у водних масах, що потрапляють на територію Румунії (*прямий транскордонний вплив*);
- у пригніченні розвитку молоді риб у водотоках української частини дельти Дунаю, який викличе загальне зменшення дунайсько-чорноморських популяцій прохідних риб, а це позначиться на стані цих популяцій у всій дельті, в тому числі і у румунській частині дельти (*опосередкований транскордонний вплив*). [1]

До імовірно значних негативних транскордонних впливів на риб Комісією віднесено "тривалі перешкоди відновленню порушених для використання рибами ділянок дна, які чинитимуться експлуатаційними днопоглиблювальними роботами, що повторюються" [18] (це формулювання по суті відповідає п. 5 підрозділу 6.6 висновків Комісії), вплив морфологічних модифікацій, зокрема, берегоукріплення, що призводить до уніфікації і деградації умов існування, а також кумулятивний вплив збільшення завислих речовин, втрати і модифікації

місць мешкання та погіршення якості води [5].

Для аналізу змін біологічних характеристик риб в умовах будівництва й експлуатації об'єктів ГСХ р. Дунай – Чорне море у багаторічному аспекті з комплексу дунайських риб були обрані осетрові та чорноморсько-азовський прохідний оселедець.

Вибір чорноморсько-азовського прохідного оселедця для аналізу змін біологічних характеристик риб в умовах будівництва та експлуатації об'єктів ГСХ р. Дунай – Чорне море у багаторічному аспекті був обумовлений тим, що відповідно до літературних даних і відомостей стосовно промислових уловів в українській частині Дунаю чорноморсько-азовський прохідний оселедець становить основу вилову (табл. 4.1).

Дані таблиці показують, що частка оселедця за багаторічний період становила у середньому 60,4 %. Крім того, дані таблиці свідчать, що значні варіації вилову оселедця спостерігались і до початку експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море. Так, у період 1964-2001 рр. вилов оселедця складав від 98,5 до 578,1 т, а в 2008-2017 рр. – 98,5-434,1 т.

**Таблиця 4.1 – Вилов оселедця у Дунаї за багаторічний період [9-12].**

Роки	1964	1965	1966	2000	2001	2008	2009	2010
Оселедець, т	578,1	625,2	383,1	120,0	135	417,9	369,3	434,1
Загалом риби, т	785,1	833,0	679,0	200,5	241,1	582,3	575,8	624,6
Частка оселедця, %	73,6	75,1	56,4	60,0	56,0	71,8	64,1	69,5
Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Оселедець, т	381,8	205,5	317,9	98,5	115,5	341,7	328,4	
Загалом риби, т	552,5	354,2	411,6	245,8	241,1	477,1	472,5	
Частка оселедця, %	69,1	58,0	77,2	40,1	47,9	71,6	69,5	

Інтенсивність нерестових міграцій та успішність промислу дунайського оселедця у р. Дунай і прилеглий морській акваторії залежать від ряду факторів – темпів прогріву води (захід оселедця в ріку починається з підвищенням температури води до 5-6°C), коливання рівня води у річці (аномально низький рівень води затримує початок весняної міграції або призводить до зменшення її інтенсивності), а також від прозорості води (підвищена каламутність річкової води навесні може затримати початок міграції). Зв'язок урожайності поколінь дунайського оселедця з сонячною активністю може пояснюватися періодичним покращенням умов її відтворення у багатководні роки, оскільки існує кореляція між числами Вольфа та величиною річного стоку Дунаю [13]. У роки з високим річним стоком відбувається підсилення інтенсивності весняних міграцій дунайського оселедця, тривалості паводку й площі розливу - все це сприяє формуванню поколінь з підвищеною чисельністю.

За результатами аналізу складу й величини річних уловів дунайського оселедця Одеським центром Південного НДІ морського рибного господарства та океанографії (ОдЦ ПівденНІРО) були отримані наступні оцінки біомаси оселедця в українському секторі Дунаю:

в 1998-2000 і 2003-2004 рр. – у межах 1000-1100 т, в 2001-2002 рр. – 500-890 т.

Стан дунайського оселедця на 2009 рік, за оцінкою В. А. Шляхова і Л. В. Крискевича, слід визнати неблагополучним [13]. На думку румунських дослідників [14], навіть беручи до уваги несприятливі зміни деяких екологічних показників природного середовища, які відбулися за останні 25-30 років (зниження рівня Дунаю й забруднення річкової води, що впливає на рівень відтворення дунайського оселедця), найбільш важливою причиною скорочення його запасів є перелов саме у районі дельти Дунаю [13]. Можливо, не менший внесок у переексплуатацію дунайських запасів оселедця належить морському промислу Туреччини.

С. Г. Бушуєв і С. Ю. Чернікова на підставі аналізу літературних даних і власних досліджень встановили, що між масштабами судноплавства по річці, обсягами днопоглиблювальних робіт і величинами промислових уловів риби прямий зв'язок не простежується. Улови риби досягали максимального рівня у 1980-ті рр., коли обсяги днопоглиблювальних робіт на річці та узмор'ї щорічно складали близько 3 млн. т. У 1990-ті роки промислові вилови безперервно знижувалися, незважаючи на майже повне припинення днопоглиблення та зменшення об'ємів вантажоперевезень. [15]

Зв'язку між масштабами судноплавства по річці, обсягами експлуатаційного днопоглиблення на морському підхідному каналі біля рукава Бистрий і величинами як загальних промислових уловів риби, так і оселедця, **не встановлено**.

### **Осетрові.**

Осетрові були обрані для аналізу змін біологічних характеристик риб тому, що їх чисельність і кількість видів, які раніше мали надзвичайно важливе значення як цінні об'єкти промислу, протягом останніх десятиліть катастрофічно знизилася. Це стало підставою для вжиття відповідних заходів щодо їх охорони – внесення у 1994 р. до Червоної книги України білуги (*Huso huso*), стерляді (*Acipenser ruthenus*), атлантичного осетра (*Acipenser sturio*) та шипа (*Acipenser nudiiventris*). Також з 1996 р. ввели заборону на промисловий лов російського осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) і севрюги (*Acipenser stellatus*), з подальшим включенням у 2009 р. цих двох видів до третього видання Червоної книги України. На даний час усі шість видів осетрових, які входять до складу іхтіофауни України, відносяться до рідкісних і зникаючих видів, що охороняються у законодавчому порядку.

У цих умовах вивчення сучасного стану популяцій осетрових і вжиття заходів з відновлення їх чисельності має, на думку багатьох іхтіологів, велике природоохоронне значення. У теперішній час в Україні Дунай залишився останньою рікою басейну Чорного моря, де зберігся природний нерест осетрових. Нагул осетрових відбувається по всій акваторії Чорного моря, після чого вони заходять у Дунай, проходячи під час нерестової міграції території п'яти країн і закінчують свій шлях у районі греблі гідроелектростанції Джердап-2 (864-й км Дунаю), нижче якої на невеликій ділянці річки знаходяться основні нерестовища цих



видів. Румунські іхтіологи вважають, що частина осетрових зараз відтворюється на території Румунії на 54-й милі Дунаю [7].

Найбільш важливим загрозливим чинником для осетрових видів вважається браконьєрство. Друге місце надається фактору прилову у дозволені знаряддя лову. При цьому у сучасних умовах браконьєрство набуває прихованої форми під виглядом легального лову сітками з дозволеним вічком. Основна проблема полягає в тому, що риба, навіть маломірна, не випускається навіть в тому випадку, коли це можливо. При цьому ніяка інформація стосовно уловів не повідомляється, а вимоги Червоної книги багатьма рибалками ігноруються [8].

У 2007-2010 рр. у період путини оселедця прилов осетрових у середньому оцінювався в межах 1 екз. на 1т виловленого оселедця. Частка севрюги у цих приловах складала 85-90 %, стерляді – близько 10%, потрапляння осетра відмічалось у поодиноких випадках. В цілому прилов осетрових у період путини оселедця у цей період оцінювався на рівні близько 300 – 400 екз., головним чином севрюги. Ще приблизно 200 екз. севрюги, більшість яких складалася з молодих особин масою близько 3,5кг, виловлювалося під час лову корошових риб у серпні - вересні. В цілому вилов стерляді на українській ділянці р. Дунай оцінюється у 1000 екз. на рік, при цьому щорічно нелегально виловлюється 5 - 10 половозрілих особин білуги [8].

Вплив днопоглиблювальних робіт на барі рукава Бистрий та огорожувальної дамби морського підхідного каналу на міграцію осетра і оселедця оцінено Комісією із запиту як малоімовірний значний транскордонний вплив, що на думку Комісії також виключає значний негативний транскордонний вплив на комерційне рибальство [5]. Такий висновок узгоджується з висновками ОВНС. Водночас, у кінцевому переліку впливів, сформованому Комісією [18], "вплив на міграцію риб, які проходять повз місця проведення днопоглиблювальних робіт або повз змінені внаслідок цього ділянки між місцями мешкання вздовж кордону," віднесено до градації "імовірні негативні транскордонні впливи, але недостатньо інформації, щоб судити про їх значущість".

Планується продовжити вивчення впливу дампінгу на бентосну фауну в районі морського відвалу ґрунту внаслідок збільшення концентрації і розподілу завислих речовин, втрати місць мешкання і знищення організмів, що є кормом для риб, оскільки у висновках Комісії із запиту цей вплив віднесено як до неймовірно значних впливів, так і до градації "імовірні негативні транскордонні впливи, але недостатньо інформації, щоб судити про їх значущість" [18].

### ***Іхтіологічний моніторинг.***

Іхтіологічний моніторинг на українській частині дельти Дунаю здійснюється у рамках діяльності сумісного моніторингового пункту власними силами ОдЦ ПівденНПРО і Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ). В цілому результати іхтіологічного моніторингу свідчать про те, що роботи, пов'язані з ГСХ, суттєво не впливають на біопродуктивність району

їх проведення. Це підтверджується, зокрема, даними міжрічної динаміки вилову риби, які свідчать про відсутність кумуляційного впливу на рибні ресурси за період експлуатації ГСХ.

Морський підхідний канал розташований у зоні змішування прісних річкових і морських вод, де створюються несприятливі умови для нересту більшості аборигенних видів риб. У зв'язку з цим днопоглиблювальні роботи, які тут відбуваються, не спричиняють істотного впливу на відтворення рибних запасів. Незначний збиток (зважаючи на невелику площу, що зазнає впливу) може завдатися лише у районі здійснення дампінгу ґрунту і не має транскордонного характеру. Таким чином, суттєвого впливу робіт, пов'язаних із діяльністю ГСХ, на стан популяцій прохідних та туводних видів риб не встановлено.

Іхтіологічні дослідження показали, що головний вплив днопоглиблення, створення берегозахисних споруд й складування ґрунтів при відновленні ГСХ може чинитися **на кормову базу риб** і, у меншому ступені, на їхню **ранню молодь**. Однак **бентосні угруповання** достатньо швидко відновлюються, а вплив підвищеної кількості завислих речовин на **зоо- та фітопланктон** може мати лише локальне значення, оскільки планктонні угруповання досить динамічні. [1]

Прямий вплив розробок ґрунту і дампінгу на іхтіофауну фахівцями ОдЦ ПівдНІРО оцінено як відносно незначний, якщо ці роботи не проводяться в місцях нересту у нерестовий період. Такі місця розташовані вище за течією від вершини дельти Дунаю – тобто, за межами траси ГСХ Дунай – Чорне море. [1]

Результати вже проведених досліджень засвідчують, що у межах морського відвалу ґрунту є ділянки як з відсутністю макрзообентоса, так і з його значним розвитком; таку мозаїчність слід вважати наслідком нерівномірного звалювання ґрунту в межах звалища у часі та відносно швидкого відновлення бентосу після дампінгу, завдяки чому вплив дампінгу на розвиток бентосу є локальним, не має ознак кумуляції і не може розцінюватися як імовірний значний у транскордонному контексті.

За результатами іхтіологічного моніторингу у цілому не встановлено суттєвого впливу робіт, пов'язаних з діяльністю по відновленню ГСХ, на стан популяцій прохідних і туводних видів риб. Зниження інтенсивності лову на окремих ділянках ріки внаслідок судноплавства і днопоглиблювальних робіт може спричинити й позитивний вплив на захід плідників оселедця. У цілому, відновлювальні та експлуатаційні роботи на трасі ГСХ, а також навігація, не виключають можливості використання різних ділянок суднового ходу для промислу риби, як це було, зокрема, доведено у минулі часи, коли рукав Бистрий був судноплавним.

З метою зниження негативного впливу на умови відтворення риб доцільно у період заборони на промисел камбали-калкан (травень) і азово-чорноморських кефалей (кінець серпня – початок вересня) днопоглиблення проводити на морській частині підхідного каналу, прилеглий до гирлу Бистре (найбільш розпріснена ділянка). [20]

Згідно з результатами іхтіологічного моніторингу, виконаного протягом 2017 р. та у попередні роки, було зроблено висновок, що днопоглиблювальні роботи стосовно підтримки ГСХ мали обмежений ділянками робіт вплив на іхтіофауну та не мали суттєвого транскордонного впливу [20].

*Результати іхтіологічного моніторингу у 2019-2020 рр. при експлуатації суднового ходу Дунай-Чорне море* [38, 88, 89]

Днопоглиблювальні роботи з відновлення глибин на ГСХ у III кварталі 2020 р. проводилися частково під час дії спеціалізованих нерестових заборон на промисел азово-чорноморських кефалей у Чорному морі. У зв'язку з будівництвом дамб була не тільки втрачена частина нерестовищ, але й зменшився паводок, що погіршило умови нересту. У теперішній час нерест частикових риб відбувається головним чином у Кілійському гирлі дельти, де зосереджені чагарники м'якої водної рослинності, які є нерестовим субстратом фітофільних видів риб. На всьому протязі української ділянки р. Дунай є невеликі лугові ділянки, що заливаються, де відбувається нерест сазана, карася, ляща, судака та інших видів риб. [25]

Провідне місце в уловах впродовж останніх років займав дунайський оселедець (30-40 %), друге місце – карась (35 %). В уловах, окрім оселедця, зустрічалися: лящ (2 %), сазан (4,7 %), судак, сом, рибець і рослиноїдні (по 1-1,5 %), щука, білизна, плоскирка (до 0,5 %), карась (близько 9 %).

Динаміка вилову риби в р. Дунай свідчить, що у 2019 р. (станом на 1 липня) вилов склав 482,6 т, що майже на 270 % більше улову 2018 р. за той же період часу, і приблизно на рівні 2014 і 2015 рр. У 2020 р. (станом на 1 липня) вилов склав 252,32 тонн, що майже на 50 % менше улову 2019 р. за той же період часу й приблизно на рівні 2014 і 2018 років. Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець, у порівнянні з яким вилов інших видів риб є незначним. Загалом у промислових і науково-дослідних уловах зустрічалися види 5 родин частикових видів риб: оселедцеві, коропові, окуневі, осетрові й сомові.

В березні-квітні 2020 р. через малу кількість опадів у зимово-весняний період спостерігалось зниження рівня води в р. Дунай на 50-75 см, що могло вплинути на інтенсивність ходу оселедця. Фактичний рівень води р. Дунай залишався нижче середніх багаторічних показників. Рівень води у період нересту основних промислових груп в річці був досить високим, нерестовища заливалися водою на 60-70 %. [25]

На початку червня 2020 р. було зафіксовано прилов молоді товстолобика у кількості до 60 % від маси улова, а також червонокнижні види риб: осетер – 1 екз. довжиною 32 см; білуга – 1 екз. довжиною 38 см; севрюга – 2 особини довжиною 23 та 50 см. [25]

Ступінь негативного впливу дампінга ґрунтів днопоглиблення на водні біоресурси визначається, перш за все, площею пошкодження донних біоценозів і об'ємом ґрунту, що скидається. Відвал ґрунтів днопоглиблення повинен проводитися концентровано, що істотно

зменшує площу пошкодження донного угруповання. Аналіз режиму днопоглиблення об'єктів ГСХ «Дунай - Чорне море» за останні роки показав, що, не дивлячись на зниження об'єму робіт, площі пошкодження донних угруповань залишаються досить високими.

Дослідження, які проводились раніше, показали, що днопоглиблення не позначається негативно на донних біоценозах суміжних районів і на їх планктонних комплексах. Негативна дія виражається у вилученні разом з ґрунтом і засипці при складуванні ґрунту донних організмів, проте видовий склад і частково біомаса зообентосу після закінчення робіт протягом деякого часу відновлюється.

Зареєстрована швидкість відновлення угруповань бентосу після днопоглиблювальних робіт за даними закордонних дослідників (Nedwell S., Elliot M. та ін., 1998 [17]) складає:

- русловий мулистий ґрунт – 6 місяців;
- лагунний мулистий ґрунт – до 11 місяців;
- мулистий ґрунт-пісок – 18 місяців;
- пісок-гравій – 2-3 роки.

Як і раніше, у серпні-вересні 2020 р. в уловах мальковою волокушею до 85 % домінували бичок-пісочник та укля. З промислових видів відбувався прилов у першу чергу ляща, білизни, судака та одно-дволітніх особин товстолобика. З рідкісних видів риб, занесених до Червоної книги України та Європейського Червоного списку, найчастіше зустрічався йорж строкатий – до 18 екземплярів за притонення.

На північ від дамби гирла Бистре в уловах мальковою волокушою зустрічалась камбалоглоса, калкан та морські собачки, і масово – атерина - до 65 % в окремих притоненнях. Це пов'язано з тим, що північна ділянка дамби є солоною, на відміну від південної, яка повністю опріснена потужним гирлом Бистре. У широко розповсюдженій на цій ділянці м'якій підводній рослинності зрідка зустрічався золотий карась – колись звичайний вид, який вже занесений в останнє видання Червоної книги України.

На протязі досліджень 2020 р. під час проведення ловів дрифтерними сітками рідкісні види риб не відмічались, загалом традиційний у цей час скат молоді осетрових був дуже слабким. У прилові промислових сіток лише зрідка відмічались невелика дволітня молодь севрюги.

За період досліджень 2020 р. у зв'язку з низьким рівнем води і слабкою течією в р. Дунай, як і у деякі попередні роки, спостерігалася присутність клина солоної морської води на протязі пониззя гирла Бистре – від барової частини до 5-6 км. Разом з морською водою найбільше заходив у гирло Бистре анчоус (хамса), чисельність якого у 2020 р. була дуже високою, весною оселедцевими сітками виловлювали, в окремих притоненнях, до 80 кг цієї риби.

У зв'язку з низьким рівнем води у р. Дунай у серпні – вересні 2020 р. спостерігалось погіршення екологічних умов для представників іхтіофауни, у тому числі й рідкісної, на

внутрішніх водоймах о. Єрмаків. Більша частина внутрішніх водойм острова обміліла, а риба - переважно карась сріблястий, укляя, плітка - скупчувалася на найбільш глибоких ділянках водойм острова.

За період досліджень 2020 р. не спостерігалось істотного впливу експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на представників рідкісної іхтіофауни в районі досліджень. Не відмічено також впливу наслідків безпосередньо судноплавства (забруднення, хвильобійних явищ та ін.).

***Результати іхтіологічного моніторингу 2022 р. при експлуатації суднового ходу Дунай-Чорне море [87]***

Натурні іхтіологічні дослідження при здійсненні моніторингових робіт проводилися по стандартним методикам гідробіологічних і іхтіологічних досліджень, прийнятих в системі Держрибагентства і НАН України. У зв'язку з обмеженнями воєнного часу дослідження проводились на ділянці Кілійського гирла Дунаю 17-24 км.

Іхтіопланктон з мілких суден відбирається іхтіопланктонною сіткою, згідно «Методическому руководству по сбору икринок, личинок и мальков рыб» (Расс, Казанова; 1966). Молодь прохідних видів риб відловлюється за допомогою спеціальних дрібновічкових знарядь лову: малькових тралів, малькових волокуш і дрібновічкових сіток.

Науково-дослідні іхтіологічні лови здійснюються у відповідності з “Методическими указаниями по оценке численности рыб в пресноводных водоемах” (ВНИИПРХ, 1990), Методиці збору і обробки іхтіологічних та гідробіологічних матеріалів (ІРХ, 1998), Методичними рекомендаціями з організації інвентаризації, оцінки, моніторингу водно-болотного угіддя міжнародного значення та складання інформаційного опису (2018) і виконуються ставними і плавними сітками, ятерами та ін. знаряддями.

Вимірювання риб проводили згідно стандартних методів досліджень (Правдин, 1966; Методика збору ..., 1998; Методи гідроекологічних ..., 2006; Пряхин 2008). Визначення видів риб проводили в польових умовах за визначниками (Берг 1948-1949; Kottelat, Freyhof 2007). Біологічний аналіз виловленої риби проводили згідно з класичними іхтіологічними методиками (Правдин 1966; Пряхін, Шкицкий 2008) за такими показниками: загальна/промислова довжина тіла, індивідуальна маса, стать і стадія зрілості гонад, ступінь наповнення кишечника. Вік риби визначали по лусці та отолітам (Чугунова 1959).

За станом на кінець 2022 року іхтіофауна ДБЗ налічувала 107 видів риб, які належать до 39 родин. У промислових уловах за останні десять років відзначено лише 19 видів 6 родин. У ході науково-дослідних ловів ІМБ НАНУ у 2021-22 рр. було зареєстровано наявність 45 видів риб, які належать до 14 сімейств. З них 8 видів, занесених до Червоної книги України (білуга, севрюга, стерлядь, руський осетер, марена, в'язь звичайний, чіп звичайний, йорж смугастий), та 7 видів вселенців (піленгас, ротань головешка, карась сріблястий, товстолобики строкатий та білий, чебачок амурський, сонячна риба) (табл. 4.2).

*Динамика вилову ВБР у р. Дунай.* Динамика вилову ВБР у р. Дунай надана у таблиці 4.3. За 11 місяців 2022 р. у Дунаї зареєстровано виключно низькі обсяги вилову практично всіх видів ВБР. Загальний вилов становив 62,8 т, що у 5 разів нижче за середньо багаторічні показники та у 8 разів нижче, ніж торік. Основна причина – обмеження ведення промислу, які були викликані початком бойових дій у лютому 2022 р. Вилов водних біоресурсів було дозволено з 20 квітня лише на окремих ділянках річки та лише у світлий час доби (Розпорядження Одеської обласної військової адміністрації № 201/А-2022 від 19.04.2022). Фактично половина періоду оселедцевої путіни було втрачено для рибальства. На найважливіших тонях, розташованих нижче 17 км Старостамбульського гирла та Очаківського гирла, рибальство досі заборонено.

Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець. Вилов інших видів риб на його тлі є незначним. У 2022 р. вилов оселедця склав тільки 42,5 т, що у дев'ять разів менше, ніж у попередньому 2021 році (табл. 4.4). За всі роки спостережень лише в аномальному 1999 р. улови оселедця були нижчими.

*Дунайський оселедець* (популяція чорноморсько-азовського оселедця - *Alosa immaculata*, що заходить для нересту в р. Дунай) - практично єдиний прохідний вид риби Азовсько-Чорноморського басейну, що не втратив свого промислового значення. На тлі загального зниження запасів оселедця в регіоні стан дунайської популяції представляється відносно благополучним.

**Таблиця 4.2 – Видовий склад риб нижньої частини річки Дунай у 2021-2022 рр.**

Родина	Вид	
Атеринові	<i>Atherina pontica</i> (Eichwald, 1831)	Атерина чорноморська
Бичкові	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Бичок пісочник
	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Бичок кругляк
	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	Бичок гонець
	<i>Benthophilus nudus</i> (Berg, 1898)	Пуголовка гола
	<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	Бичок головань
В'юнові	<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	Щипавка звичайна
Голкові	<i>Syngnathus typhle</i> (L., 1758)	Морська іглиця довгоріла
Колючкові	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	Багатоголкова колючка південна
Головешкові	<i>Percottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	Головешка ротань
Кефалеві	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Кефаль сингіль
	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Кефаль лобан
	<i>Planiliza haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	Піленгас
Центрархові	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Сонячна риба
Коропові	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Лящ звичайний
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Верховодка звичайна
	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Товстолобик строкатий
	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Білизна європейська
	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	Плоскирка європейська

Родина	Вид	
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Карась сріблястий
	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Короп звичайний
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Товстолобик білий амурський
	<i>Idus idus</i> (Linnaeus, 1758)	В'язь звичайний
	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	Марена звичайна
	<i>Petroleuciscus borysthenticus</i> (Kessler, 1859)	Бобирець звичайний
	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Чебачок амурський
	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Гірчак європейський
	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Плітка звичайна
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Краснопірка звичайна
	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Рибець звичайний
	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	Білоглазка
Окуневі	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	Йорж звичайний
	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758)	Йорж смугастий
	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Окунь звичайний
	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Судак звичайний
	<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766)	Чіп звичайний
Оселедцеві	<i>Alosa immaculata (pontica)</i> (Bennet, 1835)	Оселедець чорноморський
	<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	Пузанок азовсько-чорноморський
	<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840)	Тюлька чорноморсько-азовська
Сомові	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Сом європейський
Щукові	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Щука звичайна
Осетрові	<i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758)	Білуга
	<i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758)	Стерлядь
	<i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771)	Севрюга
	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (Brandt, 1833)	Осетер руський

Проте, *Alosa immaculata* включений до списків видів, що охороняються Бернською конвенцією і Червоною книгою МСОП. У Сербії оселедець охороняється з 1993 р згідно з Указом про охорону природних рідкостей, в Болгарії вона занесена в нову Червону книгу як вразливий вид (VU).

Промисел *Alosa immaculata* в р. Дунай традиційно здійснюється нижньодунайськими країнами - Румунією, Україною та Болгарією, в Чорному морі (поряд з іншими видами роду *Alosa*) - Румунією, Україною, Болгарією і Туреччиною. На українській ділянці р. Дунай оселедець є найбільш важливим об'єктом промислу, на його частку в останні роки припадає близько 70% загального обсягу вилову. Промисел оселедця займає помітне місце серед видів господарської діяльності населення нижньої ділянки річки.

Таблиця 4.3 – Динаміка вилову риби в р. Дунай (т)

Види риб	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Сазан (короп)	19,5	31,2	30,7	39,3	35,1	44,62	37,52	40,2	39,5	2,8
Судак	3,9	5,73	4,73	9,7	9,3	5,16	8,53	5,8	3,1	0,6
Лящ	8,0	6,84	6,80	10,4	12,7	10,1	9,1	13,3	10,1	3,46
Карась	35,7	51,7	49,4	32,7	45,2	26,82	52,33	36,5	36,1	4,9
Сом	4,6	8,4	8,04	10,5	9,2	7,0	9,75	7,5	5,7	1,0
Рибець	3,4	3,33	7,25	5,4	8,2	8,2	6,75	6,6	6,7	1,6
Щука	1,1	0,88	1,32	1,0	0,6	1,4	0,67	0,6	1,5	0,03
Білізна	2,6	1,51	2,18	2,1	1,3	1,0	1,61	1,7	0,6	0,1
Краснопірка	0,3	0,32	0,65	0,4	1,0	0,6	0,76	0,6	0,5	-
Плітка	0,4	0,54	1,09	0,1	0,14	0,08	-	-	-	0,01
Плоскирка	1,2	6,64	2,13	1,6	1,8	1,34	1,47	2,7	1,0	0,07
Чехоня	0,03	-	0,05	-	0,003	-	-	-	0,03	-
Окунь	0,1	0,07	0,47	0,03	0,06	0,003	-	-	-	-
Товстолобик	12,2	28,5	8,68	16,3	9,5	11,09	25,88	18,02	15,1	5,25
Білий амур	0,11	0,98	0,23	-	-	0,03	0,18	0,1	-	0,06
Оселедець	317,9	98,5	115,5	341,7	328,35	126,6	393,4	197,1	385,8	42,5
Піленгас	0,15	0,15	0,11	0,03	0,15	0,1	0,57	0,8	-	-
Кефалеві	0,36	0,53	1,89	5,8	9,9	10,2	1,11	17,7	15,7	0,4
Усього	411,6	245,8	241,1	477,1	472,5	254,3	549,6	349,2	521,6	62,8

\*11 міс.

Одним з важливих факторів, які визначають чисельність нерестового стада дунайського оселедця є фактор водності річки Дунай та її окремих гирл. Характер підвищення рівня та збільшення витрат води в період нерестового ходу оселедця, що збігається з весняним паводком, здатне стимулювати захід додаткового числа дорослих особин оселедця з резервної частини популяції.

Про інтенсивність заходу плідників оселедця в р. Дунай можливо судити, головним чином, за величиною промислових уловів. Улови оселедця на українській ділянці р. Дунай варіюють за роками, іноді у значних масштабах.

Розмірно-масова та вікова характеристики дунайського оселедця р. Дунай у 2022 році представлені у таблиці 4.5.

Як правило, нерестовий хід починають завжди крупні оселедці, на протязі часу лінійні розміри у ходового оселедця падають, і наприкінці хід замикають дрібні риби. Внаслідок того, що самці в молодшому віці дозрівають у більшій кількості, чим самиці, середній розмір їх у промислі завжди менше.



**Таблиця 4.4 – Динаміка уловів оселедця в річці Дунай**

Рік	Виллов (т)	Рік	Виллов (т)
1998	160,6	2011	381,8
1999	18,0	2012	205,5
2000	78,9	2013	317,9
2001	141,3	2014	98,5
2002	218,1	2015	115,5
2003	145,5	2016	341,7
2004	194,4	2017	328,4
2005	352,5	2018	126,6
2006	208,5	2019	393,4
2007	237,1	2020	197,0
2008	417,9	2021	385,8
2009	369,3	2022	42,5
2010	434,1		

Поступове зменшення довжини тіла у обох статей, обумовлено тим, що дрібні риби входять у р. Дунай в масі пізніше крупних. Така закономірність спостерігається щорічно, але з роками у ходового оселедця лінійні розміри не залишаються на одному рівні. В кожному році середня довжина тіла у оселедця різна й залежить від ступеню нагулу, співвідношення статей і співвідношення вікових груп нерестового ходу.

**Таблиця 4.5 – Розмірно-масова і вікова характеристики дунайського оселедця, 2022 р.**

Показники	Вікові групи					
	2	3	4	5	6	7
Довжина, см	<u>16,5-18,0</u> 17,3	<u>22,5-28</u> 25,3	<u>27,0-30,5</u> 28,7	<u>29,3-31,0</u> 30,0	<u>32,0</u> 32,0	-
Маса, г	<u>60-63</u> 61,5	<u>128-236</u> 196,8	<u>224-298</u> 269,3	<u>277-379</u> 320,9	<u>376</u> 376	-
n	2	18	39	9	1	-
%	2,9	26,1	56,5	14,0	1,5	-

У 2022 р. інтенсивність нерестового ходу оселедця була низькою, що зумовлено низькою водністю Дунаю навесні, а також, можливо, веденням бойових дій в районі острова Зміїний та Кілійської дельти Дунаю у березні-червні. Слабкий хід оселедця тривав до кінця липня. Риба заходила в річку спорадично невеликими косяками. У цей період спостерігалася значна варіабельність вікових і розмірно-масових характеристик оселедця.

Основну частину нерестового стада дунайського оселедця складають трьох - чотирьохрічні особини, промисел базується на вилові в основному цих двох вікових груп, кількість яких, в залежності від чисельності поповнення, щорічно змінюється. У 2021 році основу промислу склали трьохрічні особини (45,8%), частка чотирьохрічних особин складала

27,1%. А у 2022 р. домінували 4-річні особини – 56,5%, а частка 3-річок склала 26,1% (табл. 4.5). Слід зазначити, що і в 2021 і в 2022 р. вибірка для визначення віку оселедця була обмежена за обсягом та характеризує віковий склад нерестового стада переважно у другій половині сезону. У зв'язку з цим отримане співвідношення вікових груп ймовірно кілька спотворено.

Аналіз динаміки середніх розмірно-масових показників дунайського оселедця по місяцях 2017-2022 рр. показує, що у 2022 р. спостерігався найменший ступінь вгодованості дунайського оселедця за коефіцієнтом Фультона протягом усього сезону промислу (квітні – липні) (табл. 4.6). Погана вгодованість плідників значною мірою пояснює слабку інтенсивність нерестового ходу оселедця у 2022 р.

**Таблиця 4.6 – Динаміка середніх розмірно-масових показників дунайського оселедця по місяцях 2017-2022 рр. (Кілійська дельта)**

Рік	Місяць,	Середня довжина, см	Середня маса, г	Коефіцієнт вгодованості, F	n
2017	Квітень	27,7	278	1,31	425
	Травень	25,5	229	1,38	140
2018	Березень	27,8	280	1,30	51
	Квітень	27,5	254	1,22	207
	Червень	26,3	241	1,32	76
2019	Березень	27,0	245	1,245	114
	Квітень	26,4	234	1,27	76
	Травень	26,2	239	1,33	178
	Червень	24,7	224	1,49	180
	Липень	25,8	216	1,26	123
2021	Березень	29,0	295	1,21	15
	Квітень	27,6	250	1,20	50
	Травень	26,4	230	1,25	119
	Червень	24,3	212	1,48	24
	Липень	26,3	234	1,29	105
2022	Квітень	27,7	254	1,20	19
	Травень	28,6	265	1,13	68
	Червень	27,1	252	1,27	19
	Липень	27,5	252	1,21	6

Для дунайського оселедця характерна слабка відповідність величин експлуатаційного запасу загальному запасу. Значна частина особин промислового розміру у віці від 3 до 5 років не заходять у річку і не обловлюються при промислі нерестового стада, і дані про їх чисельність відсутні. Для прогнозування чисельності поколінь недостатньо обчислення промислового залишку тієї їх частини, що заходила у ріку на нерест. Для цього необхідно також мати оцінки величини резерву даного покоління, яке не брало участі у нересті. Зміни величини цього резерву в залежності від природних умов у значній мірі визначають циклічність уловів дунайського оселедця. Беручи до уваги вступ у промисел врожайного покоління 2019 р. та нечисленного

покоління 2020 р., можна прогнозувати, що у 2023 р. чисельність нерестового стада і величина уловів дунайського оселедця будуть відповідати середньорічним значенням. Зрозуміло, що природні й антропогенні фактори можуть внести у цей прогноз суттєві корективи.

Частикові види риб. Найрізноманітнішою за видовим складом і найбільш чисельною серед промислових видів риб є родина корошових, яка представлена в уловах п'ятьма основними видами: сазаном, карасем сріблястим, лящем, рибець, білим товстолобиком. У 2022 р. збір іхтіологічного матеріалу був обмежений майже виключно науково-дослідними ловами, оскільки доступ до промислових уловів був утруднений.

Сазан у період досліджень був представлений різними віковими групами: на плавні сітки вічком 40-50 мм траплялися головним чином трьох і чотирьохлітки довжиною від 33,0 до 44,0 см, при середній масі 892 і 2011 г відповідно (табл. 4.7). Довжина найбільшої особини складала 48,0 см при масі 2700 г. У 2022 р. сазан зайняв лише третє місце в промислі за виловом серед корошових видів риб у пониззі Дунаю (2,8 т).

**Таблиця 4.7 – Розмірно-масові та вікові характеристики основних частикових промислових видів риб у пониззях р. Дунай у 2022 р.**

Вид	Вік							
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Довжина промислова, см								
Рибець	-	<u>13,0</u> 13,0	<u>19,0-23,0</u> 22,0	<u>23,5-30,0</u> 26,6	<u>31,0</u> 31,0	-	-	-
Карась	<u>6,7</u> 6,7	-	-	<u>17,0-20,0</u> 18,8	<u>21,0-23,0</u> 22,2	<u>24,5</u> 24,5	-	-
Сазан	-	<u>25,0</u> 25,0	<u>33,0-36,0</u> 34,5	<u>44,0</u> 44,0	<u>48,0</u> 48,0	-	-	-
Лящ	<u>4,5-9,5</u> 6,7	<u>10,5-18,0</u> 13,9	<u>16,0-25,0</u> 21,3	<u>23,5-27,5</u> 25,5	<u>27,0-32,0</u> 28,2	<u>31,0-32,5</u> 31,8	-	-
Товстолобик білий	-	<u>28,0-30,0</u> 29,3	<u>38,0-42,0</u> 40,5	<u>51,0-42,0</u> 51,5	<u>61,0</u> 61,0	-	-	-
Судак	<u>15,0-18,0</u> 16,5	<u>25,0-27,0</u> 26,2	<u>29,0</u> 29,0	<u>36,0</u> 36,0	-	-	-	-
Маса, г								
Рибець	-	<u>22</u> 22	<u>116-205</u> 168	<u>220-436</u> 313	<u>564-575</u> 570	-	-	-
Карась	<u>10</u> 10	-	-	<u>185-273</u> 217	<u>280-347</u> 320	<u>493</u> 493	-	-
Сазан	-	<u>387</u> 387	<u>875-908</u> 892	<u>1900-2122</u> 2011	<u>2700</u> 2700	-	-	-
Лящ	<u>1,6-18</u> 7,0	<u>19-143</u> 59	<u>98-280</u> 197	<u>253-463</u> 365	<u>393-686</u> 505	<u>683-750</u> 717	-	-
Товстолобик білий	-	<u>383-400</u> 393	<u>1100-1600</u> 1307	<u>2100-2200</u> 2150	<u>3500</u> 3500	-	-	-
Судак	<u>32-70</u> 51	<u>175-188</u> 182	<u>258</u> 258	<u>550</u> 550	-	-	-	-

*Сріблястий карась* – третій за обсягами вилову промисловий об'єкт в р. Дунай (4,9 т в 2022 р.). В уловах промислових сіток він представлений трьома віковими групами від чотирьох до шестиліток, середньою масою від 217 до 493 г при довжині 17-24,5 см. Поширення срібного карася в р. Дунай та прилеглих водоймах веде до витіснення більш цінних аборигенних видів корошових риб. У цьому зв'язку видобуток карася не обмежується ні лімітом, ні прогнозом допустимого вилову.

*Ляц* у науково-дослідних ловах представлений шістьма віковими групами – від цьогорічок до шестиліток. В 2022 р. уловах плавних сіток 40-50 мм переважали двох-чотирирічні особини довжиною від 11,0 до 27,5 см, при середній масі 59, 197 і 365 г відповідно. 64 % від загальної чисельності ляца в уловах склали особини непромислового розміру (менше 24 см). Це свідчить про хороше поповнення його популяції та можливе збільшення уловів у 2023-24 роках.

У 2022 р. *рибець* в науково-дослідних ловах сітками вічком 32 мм був представлений трьома віковими групами: 2+, 3+ і 4+. Середня промислова довжина тріліток становила у вибірці 22,0 см, чотирьохліток – 26,6 см. Середня маса даних вікових груп – 168 г і 313 г відповідно. Довжина найбільшої особини у віці 4+ склала 31,0 см при масі 570 г.

*Товстолобик білий* в 2022 р. у сітках вічком 32-70 мм був представлений віковими групами від 1+ до 4+. Переважали трьохлітні особини середньої довжини 40,5 см, при середній масі 1308 г. У 2022 р. товстолобик зайняв другу позицію у складі промислових уловів (5,25 т).

*Судак* є також одним з цінних промислових видів у пониззі р. Дунай. Однак частка судака в уловах останніх років невелика і складає близько 2 %. У науково-дослідних ловах судак був представлений віковими групами від 0+ до 3+. У вибірці переважали 2-річні особини довжиною 26,2 при середній масі 182 г. Довжина найбільшої особини у віці 3+ склала 36,0 см при масі 550г.

Загалом вилов часткових риб у нижньому Дунаї в останні роки залишається стабільним як за видовим складом, так і за обсягами вилучення на рівні 120-140 т/рік. Різке падіння уловів у поточному році пояснюється дією обмежень на промисел, пов'язаних із військовим станом.

*Осетрові*. Дослідження осетрових риб Кілійської дельти р. Дунай в 2022 р. проводилося на основі вивчення їх приловів у науково-дослідні знаряддя лову (плавні сітки з вічком 20-45 мм, мальковий бім-трал з вічком 10 мм). Загалом у 2022 р. було зареєстровано 98 випадків прилову молоді осетрових в різні знаряддя лову: стерлядь – 80, севрюга – 11, гібриди стерляді та севрюги – 4, білуга – 1, осетер російський – 2. Розміри вилонених особин російського осетра (L – 34 і 44 см) і терміни їх вилову (кінець листопада-грудень) дозволяють припускати їхнє штучне походження, хоча ніяких зовнішніх міток не було виявлено. Всі осетрові та молодь інших видів риб після вимірювань були випущені у воду у живому стані.

У приловах в 2022 р. так само, як і у 2021 р. і на відміну від 2020 року абсолютно

переважала стерлядь – 81,7 %. Частка севрюги становила 11,2 %, а білуги – 1,0 %, осетра – 2,0 %, гібридів – 4,1 %.

Виняткове маловоддя Дунаю у 2022 році зумовило вкрай слабкий захід плідників прохідних осетрових риб та малу ефективність їхнього нересту.

У 2022 р., очевидно, відносно добре нерестилася тільки стерлядь. Сприятливі умови для нагулу молоді на ділянці Кілійського гирла біля м. Вилкове сформувалися у липні, це угіддя використовувалося переважно молоддю стерляді. Показник чисельності скату молоді севрюги у 2022 р. був трохи нижчим за середні багаторічні значення. Успішність нересту білуги можна розцінювати як дуже слабку. Це має викликати тривогу, тому що і у два попередні роки нерест білуги в Дунаї був виключно нерезультативним.

Слабкі показники скату молоді прохідних осетрових риб, поява гібридів обумовлені низькою чисельністю плідників, що заходять у річку Дунай для нересту, і свідчать про депресивний стан їх популяцій. Ситуацію з відтворенням дунайського стада російського осетра можна оцінити як найбільш погану.

#### Стан промислових запасів у ПЗЧМ

Сучасний стан промислових біоресурсів у Північно-західній частині Чорного моря визначається процесами евтрофікації вод та наслідками масового розвитку видів вселенців – мнеміопсису та рапани. Улови шпроту, раніше найбільш значущого промислового об'єкта в ПЗЧМ, порівняно з 2000-ми роками значно скоротилися і зараз не досягають і 2 тис. т на рік. Натомість улови рапани за п'ять років з 2014 по 2019 зросли у 56 разів. В останні роки після проходження піку чисельності улови рапани стали знижуватися та у 2021 р. становили лише 44 % від максимального. Частка інших видів ВБР у видобутку була помітно нижчою. Улови камбали калкан визначаються жорстким лімітом вилучення та протягом останніх років залишалися відносно стабільними на рівні 110-120 т/рік.

Через ведення бойових дій рибний промисел українськими рибалками у Чорному морі у 2022 р. практично не здійснювався. Лише в окремих районах дозволялася прибережна ловля переважно без застосування плавзасобів. В результаті обсяги уловів впали до вкрай незначних величин. (табл. 4.8).

У придунайському районі ПЗЧМ останніми роками найбільш значущими промисловими об'єктами були рапана та камбала калкан. Видобуток рапани здійснюється драгами Хижняка. Район її промислу розташований на північ від Дунайської дельти в Жебріянській бухті та у прибережній зоні від Катранки до Шаганів. Тут головним чином здійснюється і лов інших морських видів біоресурсів сітками, ятерами й ставними неводами. З урахуванням віддаленості від траси ГСХ і переважаючих течій цей район не може зазнавати будь-якого суттєвого негативного впливу від здійснення гідротехнічних робіт з експлуатації суднового ходу.

**Таблиця 4.8 – Динаміка уловів України за основними промисловими об'єктами в 2013-2022 рр., тонн**

Рік	Шпрот	Хамса	Ставрида	Барабуля	Калкан	Рапана
2013	12866	35371	847,4	107	193,4	644,3
2014	2115	125	93,0	0,0	100,6	200
2015	2237	248	1,4	0,5	88,4	369
2016	1683	129	4,0	1,71	139,9	1060
2017	2159	31	15	3,0	110	1375
2018	1602,7	72,5	7,1	1,8	123,1	5562,0
2019	1369,6	68,8	11,6	3,3	112,9	11199,7
2020	1983,8	152,5	4,6	0,3	115,5	6305,1
2021	1731,7	170,1	10,1	0,4	116,0	4941,1
2022*	0	0,015	0	0	2,3	0,020

\*11 мес.

***Обмеження, які рекомендуються при здійсненні днопоглиблювальних робіт у періоди дії спеціалізованих нерестових заборон на промисел.***

1. У періоди, які частково співпадають з нерестовими заборонами, експлуатаційні днопоглиблювальні роботи проводити на антропогенно змінених акваторіях морського підхідного каналу ГСХ «Дунай-Чорне море» і морського підводного відвалу на прилеглий до авандельти Дунаю ПЗЧМ, що характеризуються складним різко змінним гідролого-гідрохімічним режимом. Роботи необхідно виконувати за технологічною схемою, спрямованою на мінімізацію негативної дії, та передбачати зменшення площ і об'ємів днопоглиблення у період дії нерестових заборон на цінні промислові види.

2. З метою зниження негативного впливу на умови відтворення риб доцільно:

– у період заборони на промисел камбали калкан (травень) і азово-чорноморської кефалі (кінець серпня - початок вересня) днопоглиблення здійснювати на морській частині підхідного каналу, прилеглої до гирла Бистре (найбільш розспріснена ділянка);

– експлуатацію відвалу проводити відповідно до проектних рішень, спрямованих на рівномірне заповнення підводного відвалу по рекомендованих завантажувальних ділянках;

– обмежувати об'єми днопоглиблювальних робіт у нерестові періоди, узгодженими в обґрунтуванні для кожного конкретного виду, на який спричиняється вплив, мінімально необхідними виробничими величинами для забезпечення безпеки мореплавання.

– для зменшення технологічних втрат при днопоглибленні й транспортуванні ґрунту передбачати роботу без переливу зі скиданням відстояних освітлених вод.

– для зниження зони негативного впливу днопоглиблювальних робіт, шляхом зменшення зони розповсюдження суспензій, на період несприятливих метеоумов (НМУ) розробка ґрунту припиняється.

– для оцінки реального фактичного впливу робіт їх виконання повинне супроводжуватися спеціалізованими моніторинговими дослідженнями.

Результати іхтіологічного моніторингу свідчать, що за період експлуатації ГСХ в цілому не встановлено суттєвого впливу робіт, пов'язаних з діяльністю щодо відновлення суднового ходу, на стан популяцій прохідних та туводних видів риб і на умови їх нересту. Встановлено, що в цілому умови для нересту як прісноводних, так і морських видів риб у районі проведення днопоглиблювальних робіт на узмор'ї гирла Бистре та зоні дампінгу суттєво не погіршилися. Шумові ефекти і підвищена каламутність води не спричинили будь-якої помітної дії на заходження прохідних видів риб та пов'язані з цим промислові операції.

Здійснення судноплавства на акваторії ГСХ Дунай – Чорне море сприяє збільшенню проходження до місць нересту плідників прохідних видів риб, в першу чергу оселедця, який нереститься на румунсько-болгарській ділянці ріки. Це пов'язано з поглибленням барової частини гирла Бистре, що дозволяє оселедцю безперешкодно здійснювати нерестову міграцію з моря у гирло ріки, не зважаючи на погодні умови; також із встановленням навігаційних знаків у руслі ріки, що веде до зменшення кількості придатних для промислу місць; а також з тим, що при проходженні суден по русловій частині ГСХ промисел риби припиняється.

Проведені дослідження показали, що вплив робіт з відновлення ГСХ безпосередньо на молодь риб менше, ніж на кормову базу. Оцінка такого впливу як локального підтверджується, зокрема, даними міжрічної динаміки вилову риби, які свідчать про відсутність кумуляційного впливу на рибні ресурси за період експлуатації ГСХ. Морський підхідний канал розташовується у зоні змішування прісних річкових і морських вод, де створюються несприятливі умови для нересту більшості аборигенних видів риб. У зв'язку з цим днопоглиблювальні роботи, які тут відбуваються, не спричиняють впливу на відтворення рибних запасів. Незначний збиток (зважаючи на невелику площу, що піддається впливу) може завдаватися відтворенню калкана і чорноморської кефалі лише у районі здійснення дампінгу ґрунту і не має транскордонного характеру.

Таким чином, впливи днопоглиблення й складування ґрунтів при відновленні ГСХ на іхтіофауну мали локальний характер і склалися з впливу на кормову базу риб та, у меншій мірі, на їхню ранню молодь. Локальний характер впливу обумовлюється тим, що бентосні угруповання досить швидко відновлюються, а планктонні – достатньо динамічні.

Передбачений проектом комплекс пом'якшувальних заходів дозволив запобігти значному транскордонному кумулятивному впливу ГСХ Дунай – Чорне море у період експлуатації на риб і птахів дельти Дунаю за умов коригування цього комплексу на стадії післяпроектного аналізу згідно з результатами систематичних досліджень проявів кумуляції впливів.

Результати проведеного аналізу імовірного кумулятивного транскордонного впливу

судноплавства, втрат місць мешкання та турбування на життя риб і птахів дельти Дунаю довели, що передбачений проектом комплекс природоохоронних заходів дозволяє запобігти істотному транскордонному кумулятивному впливові ГСХ у період експлуатації на життя риб і птахів дельти Дунаю. Слід зазначити, що не встановлено негативних тенденцій у динаміці популяцій риб, що проходять рукавом Бистрий.

Результати комплексу фауністичних досліджень, виконаних за період від початку робіт з відновлення судноплавства в українській частині дельти Дунаю, вказують на відсутність істотного транскордонного впливу на іхтіо- та орнітофауну, викликаних проведенням будівельних робіт, та низьку імовірність виникнення таких впливів у подальшому, враховуючи встановлені сезонні та просторові обмеження на проведення таких робіт, а також відмову від використання берегових відвалів на о. Єрмаків і руслових підводних відвалів у Кілійському рукаві. [1]

### ***Дослідження угруповань макрозообентосу та фітофільної фауни ДБЗ***

Моніторингові дослідження угруповань *макрозообентосу та фітофільної фауни ДБЗ* у серпні та вересні 2020 р. [25] були проведені на територіях, розташованих у зоні судноплавного шляху Дунай – Чорне море у вторинній дельті затоки Бистрий, рукаві Бистрий, на його баровій частині. Було відібрано 12 донних проб та 9 проб фітофільної фауни в різних рослинних угрупованнях. На момент відбору проб акваторія перед дамбою була опрісненою, але візуально спостерігався виражений гідрофронт. Дамба у кількох місцях істотно просіла, під час штормів солоня вода заплескувала у внутрішню акваторію. [25].

Головними чинниками впливу на макрозообентос були гідрологічні, природного й антропогенного походження, та кліматичні. Найбільш активні процеси дельтоутворення відбувалися на барах рукавів Старостамбульського, Восточного та Нова земля. На острові Кубану біля рукаву Восточний, який знаходиться в зоні впливу каналу, зрізало пляжі майже до прибережних заростей обліпихи, а на острові Стамбульський на північ від дамби наміло від 15 до 25 м пляжів за місяць.

У рукаві Бистрий інтенсивно розмиваються береги, у першу чергу на ділянках найбільшого впливу стрижня течії, утворюються обриви з різким переходом на глибини. Смуга уздовж берегової рослинності, яка звичайно утворює пояси в усіх рукавах та каналах дельти, зникла повністю. Грунт - дуже щільний сірий мул.

Середня по донних пробах чисельність макрозообентосу становила 879 екз./м<sup>2</sup>, біомаса – 21,9 г/м<sup>2</sup>, що приблизно відповідає середнім показникам за попередні роки. Як і раніше, біомаса залишалася високою за рахунок молюсків - 89,9 %. Олігохети за біомасою склали 2,0 %, личинки хірономід - 4,1 %, ракоподібні – 4,0 %. Найбільш масовими видами молюсків були *Macrocolpia acicularis* (Ferussac, 1823), *Viviparus viviparus*, *Lithoglyphus naticoides* (G.



Preiffer.). Ракоподібні за чисельністю склали 6,1 %, найбільше було амфіпод *Dikerogammarus fluviatilis* (Martinov, 1819).

У пробах фітофільної фауни чисельність в середньому по всіх видах складала 1191 екз./м<sup>2</sup>, біомаса – 16,5 г/кг сирої маси рослин. Найбільша біомаса безхребетних була зареєстрована в заростях бобівника і становила 70,0 г/кг, найменша (0,6 г/кг) – у заростях рдесника плаваючого. Молюски склали 75,3 % біомаси, 14,0 % - гамариди *Gammarus lacustris* (Sars, 1863), *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894), 7,1 % личинки хірономід, найменше – 1,6 % личинки нехірономидних двокрилих, личинки бабок та дуже дрібні клопи *Micronecta griseola* з родини Гребляків, біля 2% - риб'яча п'явка *Piscicola geometra* - вид, який мешкає у дуже насичених киснем водоймах [25].

Основним видом ракоподібних, який траплявся у донних пробах по всій акваторії бару, був *Pontogammarus maeoticus* (G. O. Sars). Ближче до виходу в море траплялися мізиди (*Lymnomyia benedeni* (Chernavsky) та кумові [25].

За результатами натурних досліджень встановлено, що ділянки русла, де зосереджується проведення робіт з днопоглиблення і берегоукріплення – а саме, перекати та берегові укоси, що розмиваються, – зазнають перманентного переформування у природних умовах, внаслідок чого характеризуються слаборозвиненим у кількісному відношенні макрзообентосом і не мають великого значення як місця харчування і мешкання риб та птахів. Тому пошкодження угруповань бентосу і прибережних біоценозів в межах цих ділянок є імовірним і при відмові від запланованої діяльності (“нульовому” варіанті). Отже, як природне, так і техногенне пошкодження зазначених ділянок русла не може призводити до істотних негативних впливів на іхтіо- і орнітофауну, тим більш у транскордонному контексті [1].

## 4.2 Стан флори

Можливий опосередкований вплив на рослинний світ за рахунок впливів на абіотичні умови довкілля.

Рослинність Придунайського регіону типова для степової зони. Раніше на території, що входить у цю зону, панували степи. Ліси тут спускалися в долини рік і глибокі балки (байраки). На даний час степи розорані, а площі лісів сильно скоротилися й серед збереженої природної рослинності переважають лугова й болотна (плавні). Схематична карта рослинності представлена на рисунку 4.1.

На думку дослідників української частини дельти Дунаю кінця ХХ – початку ХХІ ст. [19, 20] своєрідність акваторій української ділянки Дунаю та придунайських озер полягає в тому, що основним домінуючим компонентом природних екосистем гирлової області й ландшафтно-утворюючим елементом біоти є вища водна і прибережна рослинність, яка істотно впливає на

усі форми життя. До будівництва ГСХ вища водна рослинність була представлена у низов'ях української частини Дунаю 158 видами.

Згідно з даними досліджень 1991-1997 рр. флора дельти Дунаю нараховувала 1615 видів рослин (близько 1/3 від загальної кількості відомих видів, зареєстрованих у складі рослинного світу Румунії), серед яких біля 70 % складають угруповання, пов'язані з очеретяними, роговими й осоковими болотами. На румунській частині дельти продовжують переважати місцеві види рослин, хоча значні ділянки зазнали істотних змін в результаті проведення масштабних гідротехнічних робіт, пов'язаних з розвитком сільського, рибного та лісового господарства. [1]

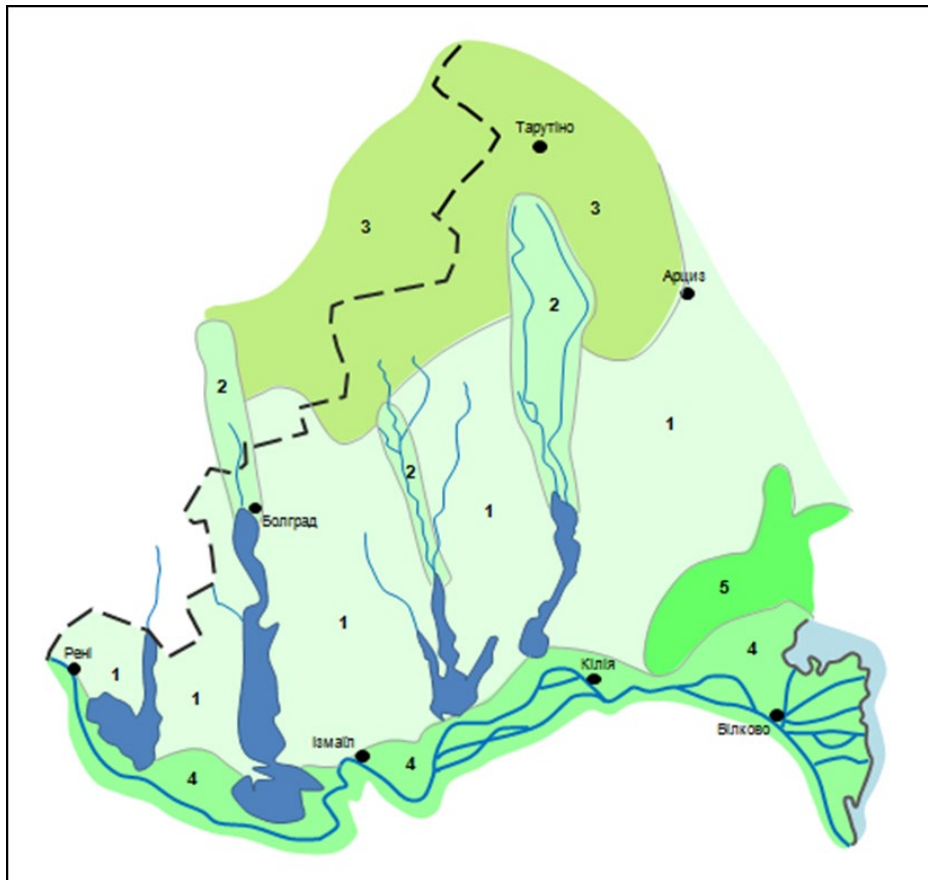


Рисунок 4.1 – Карта – схема рослинності Придунайського регіону

Умовні позначення до рисунку 4.1:

- |   |   |
|---|---|
| 1 | - сільськогосподарські угіддя на місці типчаково-ковильних степів;  |
| 2 | - короткозаплавні солонцюво-солончакуваті та солончакові луки;  |
| 3 | - сільськогосподарські угіддя на місці лісостепу;   |
| 4 | - трав'яні болота та тривало заплавні луки низин Дунаю;   |
| 5 | - полинно-типчаково-ковильні степи (з полином солончаковим) в комплексі з солонцями та сільськогосподарськими угіддями; |

За даними 2009 р. флора Дунайського біосферного заповідника нараховувала 950 видів судинних рослин, які належали до 379 родів і 100 сімейств. До різноманітних категорій рідкісних і зникаючих відносились 134 види рослин (14,1 %), з яких до Червоної книги України занесені 16, а до Європейського Червоного списку – 3. [1] Найбільша кількість червонокнижних видів і зеленокнижних угруповань зосереджена у районах Жебріяньської гряди та крайнього півдня ДБЗ, тоді як у районі рукава Бистрий було відмічено лише 2 червонокнижні види та 2 зеленокнижні угруповання, причому місця їх зростання широко поширені по всій території заповідного ядра. Станом на 2017 р. у складі флори Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) нараховувалося 1563 види, з яких до Червоної книги України занесено 28 видів, а до Європейського Червоного списку - 10 видів [21]. Таким чином, на території ДБЗ і українській частині дельти Дунаю спостерігається помітне збільшення біорізноманіття рослинного світу, у тому числі видів, які охороняються, що свідчить про відсутність суттєвого негативного впливу створення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море.

Флора ДБЗ станом на 2019 рік налічує 1570 видів. Розподіл рослин наведений у таблиці 4.9.

**Таблиця 4.9 – Кількість видів рослин у флорі ДБЗ**

<b>Систематична група рослин</b>	<b>Кількість видів</b>
<b>Вищі рослини</b>	
<b>Судинні рослини</b>	
Покритонасінні (квіткові)	960
Голонасінні	4
Папоротеподібні	5
Хвоцеподібні та плауноподібні	8
Разом судинних	977
<b>Несудинні рослини</b>	
Мохоподібні	2
Разом вищих рослин	979
<b>Нижчі рослини</b>	
Лишайники	27
Водорості	525
<b>Гриби</b>	
Міксоміцети	6

Систематична група рослин	Кількість видів
Макроміцети	33
Разом нижчих рослин та грибів	591
Усього вищих і нижчих рослин та грибів	1570

Вищі судинні рослини належать до 383 родів і 101 родин. Майже половина видів (415 або 42,96%) зустрічається досить часто й у великій кількості, 59 (6,11%) - зустрічається часто, 345 (35,71%) - спорадично (зустрічається рідше, однак усе ще в досить великій кількості), 137 (14,18%) - рідко і з невеликою чисельністю, 10 (1,04%) - одиничні (менш, ніж у десяти місцезнаходженнях).

Основну частину Кілійської дельти, Стенцівсько-Жебріянських плавнів і частково о. Єрмаків займають *плавневі екосистеми*, представлені головним чином слабкомозаїчними угіддями з невеликою проточністю, де домінують рослинні угруповання, створені очеретом, рогозом вузьколистим, очеретом озерним, осокою гострокінцевою. Лісові й чагарникові екосистеми плавневих ландшафтів заповідника представлені як природними угрупованнями, так і штучними насадженнями верб білої, ламкої, тритичинкової, а вздовж морського берега - лоху, аморфи, тамариску, обліпихи. Лугові екосистеми (крупнозлакові, дрібнозлакові, крупноочеретяні, дрібноситникові, різнотравні, а також засолені луги) у Кілійській дельті містяться на підвищених ділянках, прируслових грядах, а також по околицях плавнів, що прилягають до приморських гряд, і формуються на місці болотних і прибережно-водних угруповань, які зникають внаслідок підвищення рельєфу, викликаного щорічним накопиченням алювію; помітну площу займають луги на о. Єрмаків. [1]

Згідно з дослідженнями фахівців ДБЗ у 2004 р. [22] відмічено негативний вплив будівництва ГСХ по гирлу Бистре на окремі види рідкісних і зникаючих рослин (*Trapa natans*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Nymphoides peltata*, *Leucojum aestivum*). У той же час, спорудження судноплавного каналу позитивно впливає на формування угруповань повітряно-водної рослинності, зокрема, *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Salvinia natans* на ділянках дельти з уповільненням течії внаслідок зменшення водності. Загалом істотних змін у структурі рослинного покриву на ділянці, розташованій найбільш близько від будівельних робіт, – косі Пташиній - не відбулося.

За останнє десятиліття відмічалися певні зміни у складі рослинності району досліджень, особливо водного типу. Відмічено спрощення структури фітоценозів досліджених водойм в останні роки, що, імовірно, пов'язане з різким коливанням рівня води та її солоності протягом вегетаційного періоду рослин. Побудова захисної дамби у баровій частині гирла Бистре призводить до змін у складі піщано-літоральної рослинності в приморській частині острова Стамбульський із збільшенням частки лучних видів та очерету звичайного, а на узмор'ї –

формування детритово-піщаної рослинності з перевагою рудеральних видів. [23]

Результати моніторингу наземних та прибережних екосистем стосовно вищої водної рослинності на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) станом на 2014 р. [24] наведені у таблиці 4.10.

**Таблиця 4.10 – Види рослин Дунайського біосферного заповідника, що занесені до Червоної книги України, Європейського червоного списку і списку Бернської конвенції, та їхній розподіл по території [25]**

Вид	СЖП	Є	ЖП	ВДКГ	ВС	Категорія охорони
1. <i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.	-	+	-	-	-	ЧКУ, БК
2. <i>Alyssum savranicum</i> Andr.	-	-	+	-	-	ЧКУ, ЄЧС
3. <i>Alyssum calycocarpum</i> Rupr.	-	-	+	-	-	ЄЧС
4. <i>Arenaria zozii</i> Kleopov	-	-	+	-	-	ЄЧС
5. <i>Astragalus borysthenticus</i> Klok.	-	-	+	-	-	ЧКУ, ЄЧС
6. <i>Astrodaucus littoralis</i> (Bieb.) Drude	-	-	+	-	-	ЧКУ
7. <i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	-	-	+	-	-	ЧКУ
8. <i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	+	-	+	-	-	ЧКУ
9. <i>Crambe tataria</i> Sebeok.	-	-	+	-	-	ЧКУ
10. <i>Dactylorhiza majalis</i> (Reichenb.) F. Hunt et Summerhayes	-	-	+	-	-	ЧКУ
11. <i>Dianthus bessarabicus</i> Klok.	-	-	+	-	-	ЧКУ, ЄЧС
12. <i>Elytrigia stipifolia</i> (Czern. ex Nevski) Nevski	-	-	+	-	-	ЧКУ, ЄЧС
13. <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz.	-	-	+	-	-	ЧКУ
14. <i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz.	-	-	+	-	-	ЧКУ
15. <i>Euphorbia paralias</i> L.	-	-	+	+	-	ЧКУ
16. <i>Genista tinctoria</i> L.	-	-	+	-	-	ЧКУ
17. <i>Leucanthemella serotina</i> (L.) Tzvel.	-	-	-	+	-	ЧКУ
16. <i>Leucojum aestivum</i> L.	-	+	-	+	-	ЧКУ
17. <i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) O. Kuntze	-	+	+	+	-	ЧКУ
18. <i>Ornithogalum oreoides</i> Zahar	-	-	-	-	+	ЧКУ

Вид	СЖП	Є	ЖП	ВДКГ	ВС	Категорія охорони
19. <i>Orchis palustris</i> Jacq	-	-	+	+	-	ЧКУ
20. <i>Rumex ucrainicus</i> Fisch. ex Spreng.	-	-	-	+	-	ЄЧС
21. <i>Salvinia natans</i> (L.) All	+	+	+	+	-	ЧКУ, БК
22. <i>Senecio borysthenicus</i> (DC.) Andr.	-	-	+	-	-	ЄЧС
23. <i>Stipa borysthenica</i> Klok. ex Prokud.	-	-	+	-	-	ЧКУ
24. <i>Stipa capillata</i> L.	-	-	-	-	+	ЧКУ
25. <i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr.	-	-	-	-	+	ЧКУ
26. <i>Trachomitum sarmatiens</i> Woodson	-	-	+	-	-	ЧКУ
27. <i>Tragopogon borysthenicus</i> Arlemcz.	-	-	+	-	-	ЄЧС
28. <i>Tragopogon ucrainicus</i> Artemcz.	-	-	+	-	-	ЄЧС
29. <i>Trapa natans</i> L. s. I.	-	+	-	+	-	ЧКУ, БК
30. <i>Typha minima</i> Funck ex Hoppe	-	-	+	+	-	БК
31. <i>Utricularia minor</i> L.	-	-	-	+	-	ЧКУ
32. <i>Zostera marina</i> L. (Med.)	-	-	-	+	-	ЧКУ
<b>Загалом видів</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	

**Примітка:** СЖП – Стенцівсько-Жебриянівські плавні; Є – острів Єрмаків; ЖП – Жебриянське пасмо; ВДКГ – вторинна дельта Кілійського гирла Дунаю; ВС – верхів'я водосховища Сасик; ЧКУ – Червона книга України; ЄЧС – Європейський Червоний список; БК – Бернська конвенція

Моніторингові дослідження на території ДБЗ у 2017 р. [21] свідчать, що найменша кількість видів флори (18) відмічена у рукаві Бистрий, а найвища - на приморських косах (які визначені найбільш цінними новоутвореннями) та у рештках затоки Восточний (54). Найбільш багатою на водні види рослин в районі ГСХ Дунай-Чорне море є частина затоки Бистрий біля гирла Восточне. Ананькін кут займає друге місце за видовим багатством (55,6 % від загальної кількості водних та навколоводних видів).

До складу флори заповідника у 2017 р. було додано новий вид рослин, занесений до Червоної книги України, – *Marsilea quadrifolia* L. (папороть марсилія чотирилиста), зареєстрована на території румунської частини біосферного резервату «Дельта Дунаю», а у списках ДБЗ до цього часу була відсутня, хоч за усними повідомленнями зустрічалася на території первинної дельти в районі придунайського озера Кугурлуй. [21]

На територіях, розташованих у зоні судноплавного шляху Дунай – Чорне море у вторинній дельті та на **острові Єрмаків** у місцях наміву пульпи під час днопоглиблювальних

робіт у 2004 р., в останні роки спостерігалось поповнення флори та збільшення біорізноманіття, причому саме на ділянках, які зазнають впливу від діяльності людини, пов'язаної з судноплавством: приморських косах (Восточна, Пташина) і картах наміву о. Єрмаків. Моніторингові спостереження за поширенням видів, вперше виявлених в Україні на території ДБЗ, показали чітке приурочення їх місцезростань до ділянок, що прилягають до порту Усть-Дунайськ (*Chenopodium pumilio* R.Br., *Brachiactis ciliata* (Ledeb.) Ledeb.) і розташованих поблизу островів, що зазнали руйнування рослинного покриву внаслідок днопоглиблювальних робіт та скидання пульпи в картах наміву. Виявлено розширення площ цих видів на інших алювіальних ділянках. [21]

За даними ДБЗ 2017 р. флора о. Єрмаків налічує 717 видів вищих судинних рослин, що складає 74,15 % флори заповідника. Це третя сходинка після Жебріяньського пасма (909 видів) та вторинної дельти Кілійського гирла Дунаю (862 видів) – як за загальною кількістю видів, так і за кількістю рідкісних, занесених до Червоної книги України (станом на 2009 р.), яких нараховується 5 видів. Ділянки карт наміву на острові Єрмаків, створені при днопоглиблювальних роботах у вершині острова, продовжують інтенсивно заростати чагарниковою рослинністю. Рослинний покрив, який формується на картах наміву, відрізняється на ділянках у залежності від типу ґрунту: ділянки мулистопіщаного ґрунту є досить зарослими і проективне покриття рослинності на них становить від 60 до 90 %, а ділянки з піщаним ґрунтом залишаються з малорозвиненою рослинністю з видів-однорічників. [21]

На **острові Нова Земля** відбувалися бурхливі морфологічні зміни: коса, яка була сформована у попередній зимовий сезон (ближче до острівної частини), була змита, у внутрішній частині острова біля відокремленої прісної водойми, зустрічаються ділянки, вкриті рослинністю з проективним покриттям у 90-100 % – переважно роду Нетреба (*Xanthium*) – до 60-65 % рослинності, на другому місці – аргузія сибірська *Argusia sibirica* (5-7 %) і морська гірчиця чорноморська *Sakile euxina* (3-5 %), далі поодинокі та у плямах зустрічаються інші види – переважно родини Лободові *Chenopodiaceae*, характерні для приморських новоутворень. [21]

Під час досліджень 2020 р. на баровій частині рукава Бистрий, з південного боку біля 15 % обмілілої акваторії відмічено заростання напівзануреними макрофітами: бобівником кружалистим (*Butomus umbellatus* L.), їжачими голівками (*Sparganium erectum* L.), між якими розташовані куртини рдесників – плаваючого (*Potamogeton natans*) та пронизанolistого (*Potamogeton perfoliatus*), наяди морської (*Najas marina*), уругі колоскової (*Myriophyllum spicatum* L.), водяного горіху (*Trapa natans* L.). Частково – у спокійних місцях недалеко від берега – воду щільно вкривали азола (*Azolla filiculoides* Lam.) та водяна папороть (*Salvinia natans* (L.) All.), що спостерігалось вперше та є свідченням тривалого опріснення прилеглої до входу у затоку Бистрий акваторії й навіть її певної застійності. Глибина не перевищувала 0,5 м, окремі

ділянки дна були вкриті матами із зелених водоростей, частково – свіжим сірим мулом шаром від 0,01 до 0,1 м. [25]

На косі біля гирла Восточного зберігався новий для території заповідника тропічний вид циперусу – смаковець бурий (*Cyperus fuskus L.*), який був зареєстрований у 2004 р. Цей вид зростає на алювіальних відкладеннях внутрішньої частини коси. Із знайдених у 2006-2007 рр. адвентивних видів *Eclipta prostrata (L.) L.* вже не мала таких потужних заростей, як у період 2016-2018 рр., поодинокі зустрічалася череда *Bidens frondosa*, яка є вселенцем і з'явилася на території заповідника у 2005 р. Злак *Diplachne fascicularis (Lam.) P. Beauv* та лобода маленька *Chenopodium pumilio R.Br.* зовсім не були знайдені. Торুলініум родючий *Torulium ferax (Rich.) Urb. (Cyperus odoratus L.)* траплявся на косах зрідка у невеликій кількості. [25]

Уздовж рукава Бистрий на пошкоджених під час весняної пожежі деревах і кущах (переважно верба біла та аморфа кущова) був знайдений новий для заповідника вид рослин сіціос кутастий або волосистий огірок кутастий (*Sicyos angulatus L.*) з родини Гарбузових (Cucurbitacea) – однорічна трав'яниста ліана, яка характеризується швидким зростанням (на 3 м за тиждень, до 30 м за сезон) і швидко захоплює нові території. До родини Cucurbitacea відноситься ще один вселенець, раніше знайдений на території заповідника – дикий огірок *Echinocytis lobata (Michx.) Togg. et A. Gray*, який вважається дуже агресивним у більшості країн, зонами ризику є судноплавні шляхи, зони портів, а також вразливі екосистеми. [25]

Види-вселенці є великою загрозою для фіторізноманіття дельти. Більшість адвентивних видів реєструється на алювіальних ділянках приморських кіс, уздовж транспортних коридорів та антропогенно змінених ділянках, а саме на острові Шабош, карті наміву о. Єрмаків.

В цілому у вересні-жовтні 2020 р. результати моніторингу стану природної флори Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) та її змін свідчили про синантропізацію флори заповідника, зокрема збільшення кількості адвентивних видів, у тому числі карантинних. Головними чинниками впливу на рослинність заповідника залишалися кліматичні, гідрологічні та антропогенні. [25]

Зміни рослинного покриву при будівництві I черги каналу пов'язані, головним чином, з днопоглиблювальними роботами, складуванням ґрунту (пульпи), перерозподілом водного стоку та розмивом берегів під впливом малотоннажного флоту, що обслуговує роботи на гирлі Бистрому. [22, 25]

Основні зміни від впливу будівництва ГСХ було згруповано за природоохоронними зонами ДБЗ:

- у зоні суворої охорони:

- а) зміни наземних екосистем у приморській зоні;
- б) зміни у гирлових зонах дунайських рукавів;
- в) зміни у приморських водоймах;



- у буферній зоні:

- а) зміни пригирлових екосистем внаслідок змін гідрорежиму;
- б) під впливом складування пульпи. [22]

Зроблено висновок щодо збільшення площ болотного та лучно-болотного типів рослинності за рахунок водойм (кутів) центральної та південної частини переднього краю дельти, зменшення площ водної рослинності прісноводних водойм і збільшення площ солонувато-водної. Прогнозується, що у подальшому флора центральної частини української дельти Дунаю буде поповнюватися адвентивними видами, а площі, зайняті рідкісними видами рослин, особливо *Trapa natans*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Nymphoides peltata*, будуть скорочуватися. [22, 25]

### 4.3 Стан біорізноманіття

Під час планованої діяльності можливий **незначний вплив** на біорізноманіття, оскільки за весь час, поки ведуться роботи з створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море біота пристосувалась до нестабільної гідрологічної ситуації – постійних природних змін водності, що підтверджують польові обстеження [2].

Основним фактором формування та існування біорізноманіття у Кілійському рукаві є зміна рівня води.

Рівневий режим рукава характеризується різкими і безперервними коливаннями протягом всього року. В його річному ході виділяється висока весняно-літня повінь, осінній і зимовий наводки – повені, низька літня і зимова межень. Весняна повінь характеризується найвищими рівнями, спостерігається майже щорічно (з березня до липня) і проходить кількома хвилями, які накладаються одна па одну. Літньо-осіння межень (проходить у період з липня до листопаду) характеризується найнижчими річними горизонтами. Іноді спостерігаються невисокі літньо-осінні паводки, піки яких у маловодні роки (1972, 1974) перевищували піки весняної повені. У період з грудня до березня спостерігаються зимові наводки, піки яких в окремі роки (1942, 1985 та ін.) можуть перевищувати піки весняної повені. Значною мірою це пов'язано з утворенням заторів, причиною яких є виключно високі рівні на морській частині дельти (1925, 1946, 1967, 1998 рр.).

Багаторічна амплітуда коливань рівнів становить 3,04 м у створі Кілії (відстань від краю дельти – 47 км), 2,39 м у створі Вилкове (відстань від краю дельти – 18 км), що з'єднує нижню внутрішню і морську дельти, та 2,09 м у суміжній з дельтою акваторії Чорного моря. Слід зазначити, що амплітуда коливань рівня у вершині рукава (створ м. Рені, відстань 136 км від краю дельти) становить 6,26 м (максимальний рівень 5,83 м, мінімальний - 0,43 м).

На рівневий режим Кілійського рукава певний вплив мають згінно-пагінні явища. Згінні явища спричинюються дією вітрів західного, пагінні – східного напрямку. Чим ближче до краю

дельти, тим сильнішим є вилів згінно-нагінних явищ. Зі зменшенням величини річкового стоку збільшується відстань, у межах якої має місце вилів згінно-нагінних явищ. Найбільший нагін зафіксований 5-9 грудня 1945 р., при якому величина підйому рівня води становила 78 см в районі Вилкове, 59 см – Кілії і 40 см – Рені. При цьому була затоплена низька островів у морській частині дельти. При зміні вітру нагін може змінюватися згоном, як це спостерігалось 20.11.1960 р., коли нагінний підйом рівня в 45 см змінився падінням на 75 см. Таким чином, згінно-нагінні явища впливають значним чином на формування рівневого режиму рукава.

Водно-болотні угіддя дельти Дунаю є унікальною екосистемою загальноєвропейського значення і відіграють дуже важливу роль у збереженні біорізноманіття регіону, країни та світу. Білатеральний біосферний заповідник у дельті Дунаю (БЗДД) складається з природоохоронних територій румунської частини дельти та Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) на території України. Велика кількість тепла, води та висока родючість ґрунтів сприяють розвитку багатой рослинисті, у тому числі вологолюбної, яка заселяє плавні, береги водотоків і водойм. У той же час, тваринне населення плавневих екотопів характеризується бідністю та суттєво відрізняється від високопродуктивних екотопів заток і узмор'я дельти Дунаю [19].

Території Дунайського біосферного заповідника, система Дунайських озер і островів, які знаходяться в руслі р. Дунай, відносяться до Смарагдової мережі. В останні десятиліття на території ДБЗ і українській частині дельти Дунаю спостерігається помітне збільшення біорізноманіття **рослинного світу**, у тому числі видів, які охороняються, що свідчить про відсутність суттєвого негативного впливу створення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море. Згідно з результатами проведених досліджень [21, 22], за період від 2009 р. до 2017 р. кількість видів судинних рослин збільшилась від 950 (379 родів і 100 сімейств) до 1563. У той же час зросла кількість видів, занесених до Червоної книги України (від 16 у 2009 р. до 28 у 2017 р.) і до Європейського Червоного списку (від 3 до 10 відповідно).

На територіях, розташованих у зоні судноплавного шляху Дунай – Чорне море у вторинній дельті та на о. Єрмаків у місцях наміву пульпи під час днопоглиблювальних робіт у 2004 р., в останні роки спостерігалось поповнення флори та збільшення біорізноманіття, причому саме на ділянках, які зазнають впливу від діяльності людини, пов'язаної з судноплавством: приморських косах (Восточна, Пташина) і картах наміву о. Єрмаків. Моніторингові спостереження за поширенням видів, вперше виявлених в Україні на території ДБЗ, показали чітке приурочення їх місцезростань до ділянок, що прилягають до порту Усть-Дунайськ (*Chenopodium pumilio* R.Br., *Brachiactis ciliata* (Ledeb.) Ledeb.) і розташованих поблизу островів, що зазнали руйнування рослинного покриву внаслідок днопоглиблювальних робіт та скидання пульпи в картах наміву. Виявлено розширення площ цих видів на інших алювіальних ділянках. [22]

Згідно з даними, отриманими у рамках моніторингових робіт, на території ДБЗ відбулося збільшення загальної кількості **видів птахів** від 2002 р. до 2017 р. на 19 видів (від 257 до 276), що свідчить про відсутність негативного впливу створення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на біорізноманіття орнітофауни в цілому, а коливання у статусі перебування птахів у районі ГСХ по гирлу Бистре вказують на локальні впливи – як природного, так і антропогенного (у тому числі ГСХ) характеру – на окремі види. [4, 22]

У серпні та вересні 2020 р. були продовжені дослідження щодо впливу експлуатації ГСХ на видовий склад та чисельність птахів у період осінніх міграцій на території Дунайського біосферного заповідника, відповідно до яких видовий склад птахів і терміни міграції майже не змінилися у порівнянні з минулими роками. [25]

Загальна кількість видів іхтіофауни у дельті р. Дунай зросла з початку 2000-х років до 2022 р. від 89 до 107 видів, які належали відповідно до 30 і 39 родин. У промислових уловах на початку XXI ст. зустрічалось до 40 видів, з яких основу уловів складали 10-15 видів. У промислових уловах за останні десять років було відзначено 19 видів, а у науково-дослідних ловах ІМБ НАНУ у 2021-22 рр. – 45 видів риб, з яких 7 – види-вселенці. [87]

Результати моніторингу ДБЗ 2017-2022 рр. підтвердили попередні дослідження видового складу **герпето- та батрахофауни** ДБЗ і відсутність істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на стан популяцій земноводних і плазунів фауни [2, 25]. Видовий склад **ссавців** в останні роки перебуває приблизно на однаковому рівні (близько 42 видів (за даними 2009 та 2017 рр. [1, 20, 22])). Протягом досліджень 2020 р. наявні факти реєстрації обережних рідкісних видів у безпосередній близькості до ГСХ свідчили про помірний рівень турбування ссавців з боку суднохідного гирла, а фактично новий біотоп, який з'явився у приморській частині дельти після будівництва гранітної дамби, може приваблювати окремих видів ссавців, у тому числі тих, які мають охоронний статус. [3]

Слід зазначити, що не встановлено негативних тенденцій у динаміці **популяцій риб**, що проходять рукавом Бистрий. За результатами іхтіологічного моніторингу у цілому не встановлено суттєвого впливу робіт, пов'язаних з діяльністю по відновленню ГСХ, на стан популяцій прохідних і туводних видів риб. Негативний вплив днопоглиблення на промисел оселедця фахівцями ОдЦ ПівдНІРО оцінено як локальний. На їх думку, зниження інтенсивності лову на окремих ділянках ріки внаслідок судноплавства і днопоглиблювальних робіт може спричинити й позитивний вплив на захід плідників оселедця. У цілому, відновлювальні та експлуатаційні роботи на трасі ГСХ, а також навігація, не виключають можливості використання різних ділянок суднового ходу для промислу риби, як це було, зокрема, доведено у минулі часи, коли рукав Бистрий був судноплавним. [20, 21, 25]

*Підвищення біорізноманіття на о. Єрмаків*

Аналіз космічних знімків острова Єрмаків за літні місяці періоду від 2000 р. до 2019 р., а також огляд зібраної інформації показав, що намівання ґрунту в 2004 р. спричинило на екосистему о. Єрмаків локальний і короточасний вплив. Багаторічні дослідження Дунайського біосферного заповідника свідчать, що екосистема острова багато в чому залежить від природних чинників.

В 2009 р. було проведено роздмбування та обводнення о. Єрмаків з метою нормалізації природного гідрологічного режиму та збагачення біорізноманіття, внаслідок чого більшість територій острова повернулася до свого природного стану, різко збільшилася площа цінних місцеперебувань амфібій і рептилій, нерестових водоймищ для розмноження земноводних, рідкісної та промислової іхтіофауни. Вже у наступному році спостерігався швидкий позитивний відгук усіх компонентів екосистеми острова: масове розмноження різних видів риб, плазунів, земноводних, птахів і ссавців, багато з яких є рідкісними та занесеними до Червоної книги України й різноманітних природоохоронних списків, у тому числі міжнародних. [25]

У подальші роки спостерігалось відновлення рідкісних видів рослин та угруповань з одного боку та зниження частки адвентивних і рудеральних видів з іншого, поновлення та поширення популяцій рідкісних видів, занесених до Червоної та Зеленої книги України. Загалом відбувається швидке відновлення природних водно-болотних екосистем та збагачення біорізноманіття острова та Дунайського біосферного заповідника в цілому. Острів Єрмаків має велике значення як екологічний коридор між українською та румунською частиною біосферного транскордонного резервату "Дельта Дунаю" [25].

Таким чином, острів Єрмаків є прикладом успішного перетворення порушеної екосистеми - уразливої до негативних впливів - на більш стійку, в тому числі й до інвазій чужорідних видів, що особливо актуально у теперішній час, коли багато природних середовищ України потребують відновлення.

### ***Вплив судноплавства на проникнення видів-вселенців***

Порушення функціонування екосистеми Чорного моря з 1970-х рр. сприяло натуралізації значної кількості вселенців [26]. Якщо простежити хронологію вселення чужорідних видів у Чорне море, очевидно, що інтенсивність їх появи збільшилася після 1960-х рр. у 2,5 рази за 20-річний період, що збігається з початком антропогенного порушення стану морської екосистеми. Після введення баластних танків за наступні двадцять років кількість чужорідних видів, які натуралізувалися, збільшилася в Чорному морі ще у 2,4 рази, а з 2001 до 2010 рр. - в 1,25 рази. Зокрема, відмічена натуралізація ряду термофільних видів (у тому числі риб), що проникли з течіями або з баластними водами.

Наведені вище факти свідчать, що збільшення в акваторії Чорного моря інвазійних видів гідробіонтів спостерігалось задовго до будівництва та введення в експлуатацію ГСХ Дунай-Чорне море.

Можна прогнозувати, що підсилення руху суден у зв'язку з відновленням ГСХ сприятиме активізації міграції видів-вселенців, оскільки Дунай - друга за розмірами ріка Європи з розвинутим судноплавством – є великим міграційним шляхом для чужорідних видів і вважається як південним інвазійним коридором з України до країн Європи, так і одним з потужних шляхів проникнення видів-вселенців до України. Саме в межах української частини Дунаю виявлено найбільшу кількість чужорідних видів, оскільки в акваторії Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) з початку заповідання у 1967 р. постійно ведуться моніторингові роботи щодо дослідження видового складу флори й фауни. Яскравим прикладом появи виду з високим інвазійним потенціалом у складі іхтіофауни Дунаю є вторгнення ротана-головешки (*Perccottus glenii Dybowski*) [27].

Зокрема, у барових частинах усіх досліджених рукавів дельти Дунаю були виявлені популяції двох видів-вселенців: азіатської річкової корбікули *Corbicula fluminea* (O.F.Müller, 1774) та китайської беззубки Вуда *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), які поширюються в рукавах, причому у 2008 р. спостерігалось зростання їх чисельності, а з 2010 р. – стабілізація; у 2013 р. відмічалось зростання популяції в рукавах дельти нещодавнього вселенця - двостулкового молюска дрейсени бузької (*Dreissena rostriformis bugensis*), який поступово витискує дрейсену поліморфну. Серед макрозообентосу найбільш значущими для екосистеми чужорідними видами також є молюски мія піщана (*Mya arenaria*), скафарка (*Scapharca inaequivalvis*), краби голандський (*Rhithropanopeus harrissi tridentata*) та мохнаторукий китайський (*Eriocheir sinensis*), а загалом 19 видів. [24, 28-31] У 2013 р. були зафіксовані 2 нових для фауни Дунайського біосферного заповідника види: північно-американська мшанка *Pectinatella magnifica* та двостулковий молюск *Barnea candida* [22]. Проведені на узмор'ї між гирлами Бистре та Восточне дослідження дозволили виявити двох нових для фауни заповідника, типово морських, видів риб – зіркогляда звичайного (*Uranoscopus scaber* L.), та дуже рідкісного для України й навіть для Чорного моря виду родини спарових – (*Sparus aurata* L.) [22].

Цікавим результатом герпетологічних моніторингових досліджень при відновленні ГСХ Дунай-Чорне море у 2012 р. було виявлення нового для України виду плазунів – звичайної стінної ящірки (*Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)), інтродукованого на території порту м. Рені, ймовірно, разом з вантажами з суден. [22]

Протягом останніх років було виявлено по 6-7 нових для Дунайського біосферного заповідника видів птахів щороку. Але у 2012 р. не були відмічені колоніальні поселення крячка річкового та рябодзьобого на косі Нова Земля, можливою причиною відсутності яких вважається поява єнотоподібної собаки. Передбачається, що у майбутньому загрозу для успішного гніздування колоніальних наземногніздуючих видів птахів, а також для деяких інших видів, може становити шакал звичайний, який в останні роки активно розселяється у

східному напрямку з боку Румунії, розширюючи свій ареал у зв'язку з потеплінням клімату, а на території ДБЗ був офіційно зареєстрований у 2012 р. [20, 24, 30, 31].

Нових видів-вселенців у 2020 році знайдено не було. У морських викидах домінував молюск вселенець скафарка нерівна або куніарка (*Scapharca inaequivalis*).

За останні 20 років через русло р. Дунай на територію української частини дельти потрапило більше 20 адвентивних видів, а загалом функціонування судноплавного каналу Дунай-Чорне море по гирлу Бистре сприяло появі більше десяти видів вищих судинних рослин. За існуючих умов прогнозується подальше розповсюдження та збільшення кількості синантропних видів у центральній частині території ДБЗ, особливо інвазійних видів. Не менш важливим у появі й поширенні таких видів є міграційні шляхи через дельту Дунаю птахів та велике їхнє скупчення на приморських новоутвореннях. Відмічається, що, можливо, поява нових видів флори свідчить про кліматичні зміни і, перш за все, – загальне потепління. Але те, що вони знайдені на картах наміву та на ділянках, прилеглих до судноплавного шляху, де здійснюються днопоглиблювальні роботи, свідчить, що їх поява пов'язана з антропогенною діяльністю та про відсутність конкурентних відносин з боку природних видів флори на цих ділянках. [22]

Загалом під час комплексного екологічного моніторингу відновлення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море у період 2004 – 2020 рр. були виявлені поодинокі нові види рослин, гідробіонтів, орнітофауни, плазунів, кількісний розвиток яких в цілому характеризувався як незначний і такий, що не має суттєвого впливу на екосистеми дельти.

Про відсутність істотного впливу будівництва та експлуатації ГСХ на біорізноманіття української частини дельти Дунаю – а саме, відсутність небезпеки втрати акваторій, які використовуються рибами для нересту і розвитку молоді, а птахами – для гніздування і харчування – свідчать результати досліджень, виконаних за Методикою проведення модельних досліджень впливу будівництва і експлуатації морського підхідного каналу на розподіл витрат води між рукавами Бистрий і Старостамбульський. Результати, отримані за допомогою одновимірної моделі розподілу стоку в річковій мережі дельти Дунаю і двовимірної моделі гідравлічного режиму річкової мережі дельти та прибережних морських акваторій на неструктурованих сітках, добре узгоджуються між собою і засвідчують, що будівництво ГСХ може викликати незначні зміни гідрологічного режиму Старостамбульського рукава і рукавів Циганка і Мусура, що витікають з нього: незначне зменшення витрат води у Старостамбульському рукаві з максимальним значенням до 1 % витрат у повень при максимальних витратах води; рівень води у Старостамбульському рукаві нижче розвилки при цьому може зменшитися максимально меш ніж на 1 см у повень. На підставі отриманих даних було зроблено обґрунтований висновок стосовно відсутності імовірних значних гідрологічних

транскордонних впливів ГСХ Дунай – Чорне море і пов'язаних з ними впливів на біорізноманіття. [1]

При порівнянні даних стосовно якісного складу представників основних екологічних угруповань рослинного і тваринного світу української частини дельти Дунаю відмічаються певні коливання, пов'язані як з природними та антропогенними факторами, у тому числі локальними впливами будівництва ГСХ Дунай – Чорне море, так і з умовами й кількістю проведених досліджень, але, враховуючи зміну біотопів окремих ділянок і перерозподіл місць мешкання деяких представників флори й фауни, значного впливу створення та експлуатації ГСХ на біорізноманіття району досліджень не відмічено.

#### 4.4 Стан землі

Можливий вплив на ґрунти на місця берегових гідровідвалів; прилеглих до рукавів дельти ділянки, де є імовірними зміни водного режиму ґрунтів.

Очікуваний вплив впровадження планованої діяльності з поглиблення русла Кілійського рукава буде здійснювати позитивний вплив на ґрунти за рахунок:

- попередження затоплення ґрунтовими водами;
- приведення режиму рівня стояння ґрунтових вод до природних меж в період літньої межени.

Негативні впливи не будуть відбуватися внаслідок планової діяльності.

Головні особливості формування ґрунтового покриву в дельті Дунаю наступні:

- 1) різноманіття форм рельєфу, достаток вологи й змінний режим затоплення земель визначають дуже велику різноманітність типів ґрунтів і мозаїчність їхнього поширення;
- 2) найбільш сприятливі умови для формування ґрунтового покриву є на природних прируслових грядах (валах) і підвищених частинах дельти;
- 3) багата рослинність служить джерелами збагачення ґрунтів гумусом і органічною речовиною.

Головними ґрунтами Придунайської терасової рівнини є чорноземи південні мало гумусні міцелярно – карбонатні, які на середньо суглинистих лесових породах (рис. 4.2). Для низьких терас характерні чорноземи лугові і лугово – чорноземні глибокосолонцюваті. Всі вони високо родючі, однак, через часті засухи, врожаї нестійкі.

Чорноземи сформувались за умов типчаково – ковильної і полино – типчаково – ковильної рослинності у сполученні з деякими одно- і дворічними травами. Розрізняються вони високою біологічною активністю, що сприяє мінералізації органічної речовини, добрій вираженості і міцній «копрогенній» структурі, високій пористості (до 50 - 53%) і добрій водопроникненості (коефіцієнти фільтрації – 1,5 – 3,5 мм/хв.).

З півночі на південь поступово зменшується потужність гумусового горизонту Н+Н<sub>р</sub> і гумусу у верхньому горизонті. На південь потужні різновидності чорноземів звичайних змінюються середньо потужними (Н+Н<sub>р</sub>=65-85 см) і малопотужними (Н+Н<sub>р</sub> < 65 см) малогумусними. В останньому випадку вміст гумусу близько 3 %, тобто на рівні вже переходу до слабкогумусованих різновидностей. Чорноземи південні практично на всій території регіону малопотужні слабкогумусовані, оскільки вміст гумусу у верхньому горизонті Н тут менше 3%.

Чорноземи району характеризуються, у загальному, незадовільним режимом живлення. Вміст доступних рослинам мінеральних форм азоту, фосфору і калію знаходиться на рівні низького – середнього ступеня забезпеченості. Невисокий ступінь забезпеченості ґрунтів елементами живлення пояснюється, з одного боку, специфічністю чорноземів даного регіону України (їх гранулометричним і мінеральним складом, високою карбонатністю, низькою гумусованістю), а з іншого - незадовільним рівнем використання органічних і мінеральних добрив.

Невисокий ступінь гумусованості ґрунтів даного регіону, лужності від карбонатів верхньої частини профілю зумовлюють низьку їх буферну здатність. Вони достатньо легко залучаються до деградаційних процесів, дуже чутливо реагують на якість зрошувальних вод.

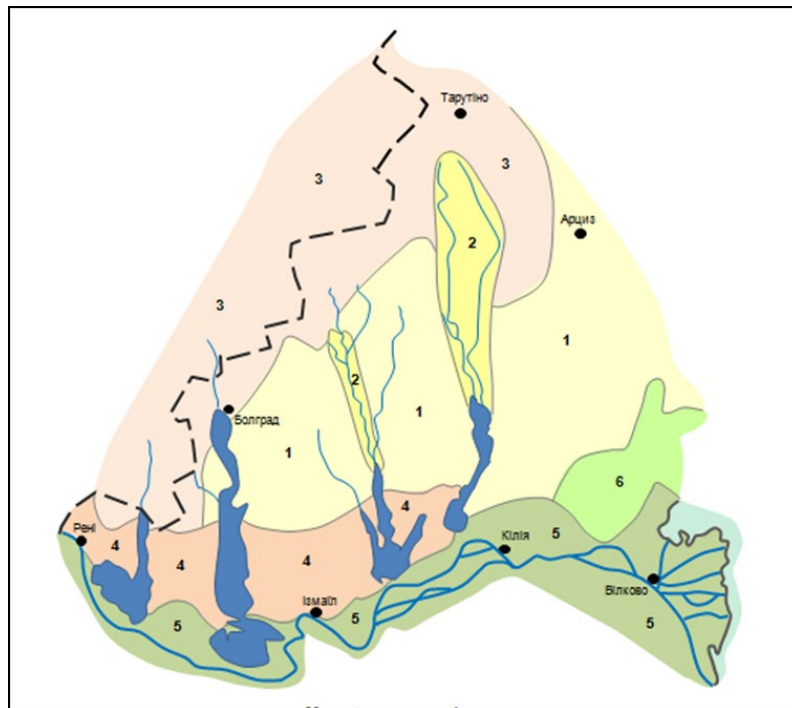


Рисунок 4.2 – Карта – схема ґрунтів Придунайського регіону



### Умовні позначення до рисунку 4.2

1	- чорноземи південні важкосуглинисті та глинисті;
2	- лукові хлоридно-сульфатні солончакові ґрунти і солончаки;
3	- чорноземи звичайні малогумусні важкосуглинисті в комплексі з середньо- і та сильнозмитими;
4	- темнокаштанові несолонцюваті середньосуглинисті ґрунти;
5	- торф'яно-болотні ґрунти та торф'яники;
6	- чорноземи південні солонцюваті важкосуглинисті.

### 4.5 Стан водного середовища

Вивчення хімічного режиму і якості води в р. Дунай становить практичний інтерес і є дуже важливим в умовах запланованого будівництва – реалізації днопоглиблювальних робіт в Кілійському рукаві.

Можливими джерелами впливу на водне середовище є місця пошкодження поверхні дна при проведенні робіт з днопоглиблення, реконструкції городжувальної дамби і підводного складування ґрунту; ділянки дельти Дунаю де є імовірною зміна гідрологічного і гідродинамічного режиму як наслідок проведення будівельних робіт і проходження суден; місця надходження в воду завислих і розчинених забруднюючих речовин при переміщенні ґрунтів днопоглиблення, а також у випадках порушення режиму експлуатації суден і скоєння аварій.

#### 4.5.1 Масиви поверхневих вод

Для аналізу багаторічної мінливості *гідрохімічного режиму р. Дунай* проаналізовані дані спостережень Дунайського басейнового управління водних ресурсів [61]. Стан забруднення та якість води річки Дунай у пункті спостережень м. Кілія та виявити закономірності зміни вмісту специфічних токсичних речовин [62] у часі та за фазами водного режиму оцінювався на основі результатів спостережень на стаціонарному гідрологічному пункті річка Дунай - м. Кілія (а також в меншій мірі Дунай - Вилкове) (таблиця 4.11) в системі Держгідрометслужби України протягом 1950-2010 рр. та досліджень Лозовіцького П.С., приведених в [64-67].

Таблиця 4.11 – Середньоарифметичний вміст специфічних показників токсичної дії у воді Дунаю у різні фази водного режиму, мг/дм<sup>3</sup>

Інгредієнти	Зимова межень	Весняна повінь	Літня межень	ГДК рибогоспо- дарського призначення	ГДК госпо- дарсько- побутового призначення	Гранична межа 3 категорії екологічної оцінки
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
НП	0,1207	0,1039	0,1358	<b>0,05</b>	<b>0,3</b>	<b>0,05</b>
СПАР	0,0290	0,0369	0,0274	<b>0,2</b>	-	<b>0,02</b>
Феноли	0,0056	0,0070	0,0060	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
Фториди	0,2806	0,2913	0,2364	-	-	<b>0,1-0,15</b>
Cu <sup>2+</sup>	0,0116	0,0131	0,047	<b>0,001</b>	<b>1,0</b>	<b>0,002</b>
Zn <sup>2+</sup>	0,0506	0,0765	0,0509	<b>0,001</b>	<b>1,0</b>	<b>0,02</b>
Fe, заг.	0,234	0,4031	0,1962	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
Cr <sup>6+</sup>	0,0031	0,0031	0,0030	<b>0,001</b>	<b>0,05</b>	<b>0,005</b>
Mn <sup>2+</sup>	0,0415	0,0475	0,0419	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>
Ni <sup>2+</sup>	0,0147	0,0114	0,0155	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>	<b>0,01</b>
Co <sup>2+</sup>	0,0026	0,0306	0,0034			
Al <sup>3+</sup>	0,0088	0,0098	0,0061			
Cd <sup>2+</sup>	0,0003	0,0012	0,0002	<b>0,005</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0002</b>
Hg <sup>2+</sup>	0	0,00004	0,000038		<b>0,001</b>	<b>0,0002</b>
Pb <sup>2+</sup>	0,0109	0,0044	0,0049	<b>0,1</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>
Sn <sup>3+</sup>	0	0	0,0390			

Українська ділянка р.Дунай розташована між гирлом останньої притоки Дунаю (р. Прут) та Чорним морем. На ділянці Рені–Вилкове на мінералізацію води не мають суттєвого впливу ні Прут, ні Чорне море. Мінералізація дунайської води змінюється протягом року в межах від 230,0 до 350,0–400,0 мг/дм<sup>3</sup>. тобто вода в річці належить до 1-го класу – «прісних», «гіпогалінних вод» (солоність 0.2-0.5 ‰) гідрокарбонатного класу і є помірно жорсткою. Вміст іонів хлору рідко перевищує 0.02 ‰. Основним чинником, що зумовлює сольовий режим Дунаю в нижній ділянці, є гідрологічний режим.

Збільшення водного стоку річки, яке відбувається теплої пори року, обумовлюється надходженням зверху маломінералізованої (головним чином, талої й дощової) води; холодної пори року приплив такої води значно зменшується, що спричиняє підвищення мінералізації води.

Нагони солоної морської води до гирлової ділянки Дунаю незначні, що є результатом великих витрат річки. Хоч нагінні підйоми рівня у пониззі Дунаю не дуже часті, вони інколи сягають значних розмірів і виявляються на великій віддалі від гирла річки.

В цілому, якість води в р. Дунай за критерієм мінералізації відноситься до I-го класу якості («гіпо- та олігогалинні»), проте за вмістом розчинених органічних сполук (ХСК, БСК), марганцю, фенолів частково або повністю не відповідає нормативам якості води.

Згідно із класифікацією О.А. Альокіна, дунайська вода належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію ( $C^{Ca}$ ). Твердість дунайської води змінюється в межах від 2,6 до 6,2 ммоль/дм<sup>3</sup>, тобто є помірно жорсткою [65].

Концентрації окремих іонів дунайської води коливаються в межах (мг/дм<sup>3</sup>):  $Ca^{2+}$  - 40,0–60,0 (узимку до 75,0);  $Mg^{2+}$  - 5,0–20,0;  $Na^{+} + K^{+}$  - від 5,0 до 20,0–25,0;  $Cl^{-}$  - від 10,0 до 25,0–30,0;  $SO_4^{2-}$  - від 15,0 до 3,05–40,0 і  $HCO_3^{-}$  - 140,0–200,0 (узимку до 245,0). Карбонатних іонів зазвичай у дунайській воді немає.

Уміст кисню в дунайській воді коливається від 8,0 до 12,0 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 75,0–95,0% насичення. У холодну пору року його концентрація вища. Величина рН у пониззі Дунаю становить 7,6–8,4. Вузькі межі коливання насичення води киснем і невисокі значення рН води вказують на невелику інтенсивність процесів фотосинтезу в дунайській воді, що зумовлено слабким розвитком фітопланктону. Згідно із гідробіологічними дослідженнями причиною є велика швидкість течії води та її мутність [68].

Вміст біогенних елементів у дунайській воді коливається (мг/дм<sup>3</sup>): амонійний азот - 0,02–0,6; нітрити - 0–0,03; нітрати - 0,1–1,0; фосфати - 0,01–0,1–0,2; кремній - 1,0–2,0–6,0–8,0.

Іонний стік Дунаю, що розрахований для середнього за водністю року для пункту м. Рені [16], становить (тис. т):  $Ca^{2+}$  - 10231,0;  $Mg^{2+}$  - 2152,0;  $Na^{+} + K^{+}$  - 2578,0;  $Cl^{-}$  - 3268,0;  $SO_4^{2-}$  - 5562,0;  $HCO_3^{-}$  - 35586,0; сума іонів - 59377,0 (у т. ч. для Кілійського гирла - 39347,0).

Стік біогенних речовин Дунаю (тис. т):  $NH_4^{+}$  - 44,0 - 53,0;  $NO_2^{-}$  - 2,19;  $NO_3^{-}$  - 95,05;  $PO_4^{2-}$  - 12,64; Si - 784,46; сума - 939,77.

Концентрація фенолів, як правило, перевищує ГДК у 2 - 10 разів. За вмістом органічних і біологічних речовин дунайська вода може бути віднесена до «незабрудненої», а за токсикологічними показниками - до «забрудненої»

Вміст радіоактивних елементів не перевищує ГДК. Санітарно-біологічні дослідження проб свідчать про високу концентрацію бактеріопланктону [69, 70].

**Комплексна екологічна оцінка якості води** р. Дунай, проведена на підставі матеріалів комплексного екологічного моніторингу 2004-2022 в межах проєкту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» [33-47 та ін.], свідчить про задовільний та достатньо стабільний стан екосистеми **за гідрохімічними**

**показниками**, зміни яких залежали головним чином від параметрів гідрологічного режиму - водності, температури, мутності. Вода р. Дунай та дельтових водотоків практично не відрізняється за більшістю показників. Однак, при проникненні морської води до дельти у воді гирлових водотоків різко збільшується концентрація хлоридів, сума лужних металів, сульфатів і кальцію. У той же час, розповсюдження морської води у гирлові водотоки практично не впливає на концентрації гідрокарбонатів, магнію та величини загальної жорсткості. Погіршення якості води із введенням ГСХ в експлуатацію не зафіксовано. В цілому протягом періоду спостережень за показником марганець спостерігалася тенденція до погіршення якості води, а за іншими показниками - тенденція до покращення.

Значення усіх показників якості води, крім марганцю, не перевищували рибогосподарських нормативів. Концентрація марганцю до 2013 р. була на рівні рибогосподарської ГДК, але починаючи з 2013 р. спостерігалася суттєве перевищення рибогосподарських нормативів.

Гідрохімічний режим узмор'я був обумовлений надходженням і трансформацією дунайських вод, гідрологічними умовами району та розвитком продукційно-деструкційних процесів.

Для оцінки транскордонного впливу Чернаводської АЕС на вміст тритію в р. Дунай на території України у 2011-2014 рр. були проведені дослідження його вмісту в районі міст Рені, Ізмаїл та Вілкове. Було встановлено, що робота АЕС призводить до збільшення об'ємної активності тритію у р. Дунай на території України в 3 - 5 разів порівняно з фоновим значенням.

Відповідно до Конвенції щодо оцінки впливу на довкілля в транскордонному контексті, нафтові термінали Молдови відносяться до потенційно небезпечних об'єктів, які становлять підвищену загрозу у зв'язку з надзвичайними ситуаціями техногенного характеру. Ці об'єкти розташовані у безпосередній близькості до кордону України та вище за течією менше 5,0 км від водозабору м. Рені, тому контроль якості води на цій ділянці потрібний бути посилений.

На водних об'єктах Кілійського рукава дельти Дунаю (у межах Ізмаїльського району Одеської області) здійснюється державний моніторинг вод в районах м. Кілії, м. Ізмаїл, м. Вілкове (усього 7 пунктів), а також на озерах Кагул, Ялпуг-Кугурлуй (3 пункти), Катлабух (2 пункти), Китай.

За програмою спостережень діагностичного моніторингу визначалися температура води, рН, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК<sub>5</sub>) хімічне споживання кисню (ХСК), іонний склад, азотні та фосфорні сполуки. Спостереження у пунктах діагностичного моніторингу проводились щомісячно [42].

За програмою спостережень діагностичного моніторингу визначалися температура води, рН, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК<sub>5</sub>) хімічне споживання кисню (ХСК), іонний склад, азотні та фосфорні сполуки. Спостереження у пунктах

діагностичного моніторингу проводились щомісячно. Пости гідрологічного спостереження на р. Дунай, Кілійське гирло розташовані біля м. Ізмаїл і м. Кілія.

У дельті Дунаю відмічені нормативні величини за показниками азот амонійний, азот нітратний, СПАР і нафтопродукти. Ці показники не перевищували відповідних ГДК для поверхневих водних об'єктів. Вміст фосфатів і кисню також знаходились у межах допустимих величин.

У таблиці 4.12 надані дані спостережень гідрометеорологічних організацій за I півріччя 2021 року (середні та максимальні значення концентрацій для речовин і середні та мінімальні для кисню) [42].

**Таблиця 4.12 – Забруднення поверхневих вод у дельті р. Дунай за I півріччя 2021 р.**

Нафто-продукти		СПАР		Феноли		Хром (Cr 6+)		Азот амонійний		Нітри ти		Нітра ти		Загальний фосфор		Розчинений кисень, %		Сірков одень	
се р.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	се р.	макс.	се р.	макс.	се р.	макс.	се р.	макс.	се р.	макс.	сер.	мін.	сер.	макс.
<1,0	1,0	<1,0	<1,0	1,0	4,0	5,0	9,0	<1	<1	<1	1,4	1,0	1,0	0,12	0,17	86	76	-	-

За даними Екологічного паспорту Одеської області [44] проаналізовані показники складу і властивостей води в поверхневих водних об'єктах, що досліджувались (таблиця 4.13).

З даних таблиці видно, що концентрація завислих речовин (п. 2) у водних об'єктах в районах міст Вілкове, Ізмаїл, Кілія досить стала і невелика – від 28,48 мг/дм<sup>3</sup> до 37,82 мг/дм<sup>3</sup>. У воді водосховищ завислих речовин значне більше, особливо, в Катлабуг і Китай (біля 200 мг/дм<sup>3</sup>).

За інтегральними показниками забруднення БСК-5 і ХСК спостерігається перевищення нормативних значень у водосховищах. Так, перевищення величини БСК-5 складає у воді Кагул – у 2,4 рази, Ялпуг – у 3,7 разів, Катлабуг – у 8,4 рази і Китай – у 9,8 разів. Перевищення за ХСК складає у воді Кагул – у 2,7 рази, Ялпуг – у 3,5 разів, Катлабуг – у 10 разів і Китай – у 17 разів.

У пунктах відбору у районі великих міст перевищень за БСК-5 і ХСК не спостерігалось.

Загальна мінералізація води в районі міст відповідала нормативним величинам і коливалась у межах – (319 – 367) мг/дм<sup>3</sup>, але у водосховищах спостерігалось висока концентрація солей, мг/дм<sup>3</sup> – від 644 до 5264 (п 4). У водосховищах Катлабуг і Ялпуг спостерігалось перевищення нормативної величини у 2 разі, в водосховищі Китай – у 5 разів.

На велику мінералізацію, вірогідно, впливає великий вміст у воді водосховищ сульфатів (п.5), концентрація яких кореспондується з загальним вмістом солей в цих водних об'єктах. Також спостерігається перевищення нормативних величин в водосховищах Катлабух – у 2 рази, Ялпуг – у 2.6 разів, Китай – майже у 5 разів.

Вміст хлоридів перевищував гранично-допустимі концентрації (ГДК) також тільки у водосховищах: Ялпуг – у 1,5 разів, Катлабух – у 1,8 разів, Китай – у 2,7 разів.

Вміст нітратів, фосфатів і нітритів не перевищував нормативних величин, за винятком нітритів в водосховищі Ялпуг – перевищення за ГДК складало у 1,8 разів.

Інструментально-лабораторний контроль якості поверхневих вод озер протягом 2020 року [48] показав кількість випадків з перевищенням ГДК за основними параметрами в озерах: Китай – 35 випадків за показниками: мінералізація, ХСК, БСК-5; Кагул – 13 випадків за показниками: ХСК, БСК-5, залізо, бензо(к)флуорантен; Катлабух – 36 випадків за показниками: мінералізація, ХСК, БСК-5, залізо, бензо(к) флуорантен, трихлорметан.

Основними причинами забруднення поверхневих вод є скид забруднених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації, а також надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій та сільгоспугідь [39]. За даними спостережень кисневий режим в річках і водосховищах був загалом задовільним. У таблиці 4.14 надана інформація щодо обсягів скиду стічних вод водокористувачами Кілійського МУВГ, координат скиду і показників фізико-хімічних вимірювань проб води в місцях відбору [43].

Таблиця 4.13 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин (мг/дм<sup>3</sup>) у контрольних створах водних об'єктів регіону за 2020 р.

Місце спостереження за якістю води	Завислі речовини	БСК-5	Мінералізація	Сульфати	Хлориди	Амоній солевий	Нітрати	Нафтопродукти	ХСК	Розчинений кисень	Фосфати	Залізо	Нітри
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Нормативні значення за ГДК												
	-	3,01–6,02	1000 1,2	500 1,2	350 1,2	-	403	0,053	151–302	≥ 4 1,2	0,73	-	0,083
м. Ізмаїл	28,48	2,63	319	45,82	24,97	0,16	3,57	0,02	11,45	10,39	0,3	0,14	0,06
м. Кілія (п.в.)	32,68	2,22	367	72,12	29,42	0,15	4,32	0,02	17,57	9,54	0,2	0,18	0,03
м. Кілія	28,80	2,07	342	54,48	27,18	0,16	4,72	0,02	12,06	9,64	0,3	0,13	0,03
м. Вілкове	37,83	2,06	346	63,03	27,63	0,11	4,61	0,01	18,62	9,28	0,3	0,13	0,04
Озеро Кагул	107,87	7,33	644	125,78	123,04	0,23	0,79	0,01	40,51	10,75	0,3	0,24	0,07
Озеро Ялпуг	64,18	11,16	3226	1298,17	511,38	0,40	7,36	0,01	52,62	9,79	0,3	0,25	0,14
Озеро Катлабух	204,98	50,31	2900	1066,09	639,44	1,16	2,17	0,02	153,65	9,03	0,2	0,22	0,06
Озеро Китай	205,37	59,00	5264	2439,92	933,53	0,72	1,45	0,02	256,08	8,56	0,2	0,23	0,04
Примітки. 1. – Для водного об'єкту господарсько-питного призначення. Додаток 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173.													
Примітка 2. – Для водного об'єкту в межах населеного пункту. Додаток 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173.													
Примітка 3. Обобщённый перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов» (таблица 1), термін дії якого наказом ДСНС України від 31.08.2017 № 473 подовжено до 01 січня 2025 року.													

Таблиця 4.14 – Інформація щодо обсягів скиду стічних вод водокористувачами Кілійського МУВГ

№п/п	Назва підприємства	Координати місць скиду	Обсяг забору води, тис.м <sup>3</sup>	Обсяг скиду зворотніх вод, тис.м <sup>3</sup>	Місце відбору проб	Показники фізико-хімічних вимірювань, мг/дм <sup>3</sup>						
						БСК-5	ХСК	Азот амонійний	Нітри-ти	Нітра-ти	Фосфа-ти	Завислі речовини
1	СВК «Дунай»	29.15594 45.45386	3112,0	1587,1	Водовипуск: скидний канал НС-3	3,1	56	0,89	0,038	4,91	0,4	42,9
					Фон: підвідний канал дон/ст.. Кофа	3,2	57,1	0,2	0,013	3,07	0,19	34,8
2	КФ ДП «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу»	29.23164 45.45326	1581,8	806,7	Водовипуск: скидний канал до н/ст. ВНПрис	2,58	40,9	0,4	0,075	5,3	0,36	34,3
					Фон: р. Дунай	2,44	42,2	0,19	0,066	4,05	0,23	29,0
3	ТОВ «Південь Агро Холдинг»	29.33719 45.44821	2180,9	1112,3	Водовипуск: скидний канал до н/ст..НС-2	3,0	41,3	0,5	0,048	4,74	0,28	24,5
					Фон: підвідний канал до н/ст. НС-1	2,8	40,9	0,38	0,038	3,05	0,21	20,8
		29.15585 45.45278	1502,3	766,2	Водовипуск: скидний канал н/ст. НС-3	2,9	46,3	0,48	0,053	5,6	0,28	24,6
					Фон: підвідний канал до н/ст. Кофа	3,01	43,7	0,31	0,016	3,0	0,19	19,3
4	ФО Кривенко	29.32640 45.45027	151,4	77,2	Водовипуск: скидний канал до н/ст..Осушувальна	2,9	-	0,36	0,031	4,54	0,37	39,8
					5Фон:р.Дунай	2,94	-	0,28	0,059	3,07	0,24	43,0
5	ТОВ «Рис Груп»	29.32638 45.45024	6398,4	3263,2	Вбодовипуск: ск78идний канал до н/ст. Осушувальна	2,45	38,0	0,15	0,062	4,81	0,13	24,7



					Фон: канал Міжколгоспний	2,24	39,5	0,17	0,051	3,67	0,14	21,0
		29.33719 45.44821	84,0	42,8	Водовипуск: скидний канал до н/ст. Осушувальна	2,72	33,8	0,18	0,062	4,83	0,12	34,8
					Фон: р. Дунай	2,4	35,7	0,20	0,051	3,37	0,17	25,0
		29.48808 45.55984	2987,9	1523,8	Водовипуск: скидний канал до н/ст. СНС-2	2,55	41,0	0,2	0,057	5,03	0,12	26,5
					Фон: канал Дунайський	2,49	42,0	0,22	0,048	3,9	0,13	19,0
6	ТОВ «Дебют- 2005»	29.50452 45.45417	5108,5	2163,2	Водовипуск: скидний канал до н/ст.. Ліски-3	2,8	37,4	0,23	0,074	4,81	0,17	23,0
					Фон: р. Дунай	2,41	28,8	0,21	0,058	3,08	0,26	23,5
		29.43145 45.44702	5949,2	2744,9	Водовипуск: скидний канал до н/ст. Ліски-1	2,18	36,7	0,11	0,06	5,22	0,13	24,8
					Фон: р. Дунай	2,6	35,5	0,2	0,077	3,5	0,21	23,8
7	ТОВ «РисБесарабії»	29.43164 45.44689	9953,6	3388,3	Водовипуск: скидний канал до н/ст. Ліски-1	3,0	34,5	0,44	0,07	4,74	0,22	24,3
					Фон: р. Дунай	2,6	35,5	0,2	0,077	3,5	0,21	23,8
		29.50509 45.45698	6374,7	2236,2	Водовипуск: скидний канал до н/ст. Ліски-3	2,8	37,5	0,38	0,08	5,07	0,21	24,8
					Фон: р. Дунай	2,41	38,8	0,21	0,058	4,08	0,26	25,5
8	СК «Наталка»	29.03843 45.39447	3264,3	1664,8	Водовипуск: скидний канал до н/ст. Осушувальна	1,80	-	0,10	0,012	0,10	-	26,3
					Фон: р. Дунай	1,34	-	0,07	0,008	1,10	-	23,3
9	ТОВ СП «Дунай- Агро»	29.32638 45.45024	1829,8	933,2	Водовипуск: скидний канал до 2н/ст	2,93	43,0	0,21	0,04	5,5	0,32	25,0
					Фон: підвідний канал до н/ст. НС-1	3,03	43,1	0,14	0,033	4,44	0,27	23,3
		29.15585 45.45278	3199,9	1631,9	Водовипуск: скидний канал до н/ст..НС-3	3,3	48,0	0,53	0,06	6,4	0,41	48,3
					Фон: підвідний канал дон/ст. Кофа	3,4	48,4	0,34	0,026	4,1	0,38	27,2

10	ГВСП «Кілійський суднобудівельно- судноремонтний завод» ПрАТ «УДП»	-	35,8	11,9	Водовипуск №1	1,793	-	0,106	0,048	3,252	0,048	9,667		
					Фон: заводський затон	1,622	-	0,152	0,045	3,336	0,051	9,5		
		-			11,9	Водовипуск №2	1,539	-	0,112	0,236	3,133	0,045	9,5	
		-				Фон: заводський затон	1,622	-	0,152	0,045	3,336	0,051	9,5	
		-			11,9	Водовипуск №3	1,793	-	0,106	0,048	3,252	0,048	9,667	
		-			Фон: заводський затон	1,622	-	0,152	0,045	3,336	0,051	9,5		
11	ТОВ «Титан»	-	1,3	6,8	Водовипуск: конденсат	0	0	0,005	0,003	0,74	0,001	0		
		-			Фон: р. Дунай	2,08	-	0,07	0,035	3,06	0,08	15,0		
12	СВК «Маяк»	29.32638 45.45024	9651,6	7727,2	Водовипуск: скидний канал до н/ст..Осушувальна	4,01	65,7	0,36	0,075	4,29	0,31	39,6		
					Фон: підвідний канал до н/ст. НС-1	4,2	67,8	0,2	0,096	3,77	0,21	33,7		
		29.33719 45.44821			14519,3	4600,0	Водовипуск: скидний канал до 2 н/ст..	3,8	67,5	0,51	0,072	4,34	0,3	39,8
							Фон: підвідний канал до н/ст. НС-2	4,2	67,8	0,2	0,096	3,77	0,21	33,7
13	КП «Світло»	29.30286 45.43418	166,8	33,3	Водовипуск : 1квартал	18,0	89,0	0,11	32,3	32,3	1,9	12,2		
					Фон: р. Дунай	2,4	33,3	0,72	0,09	3,54	0,14	11,4		
					30,0	Водовипуск : 2квартал	20,3	87,0	19,1	0,22	32,7	2,04	21,7	
					Фон: р. Дунай	2,24	33,3	0,12	0,08	6,23	0,13	11,9		
				31,1	Водовипуск: 3 квартал	21,2	119,0	18,9	0,28	32,2	2,09	20,2		
					Фон: р. Дунай	2,64	40,0	0,22	0,048	32,2	0,094	9,7		
				31,1	Водовипуск : 4квартал	15,0	104,0	28,9	0,31	30,2	5,6	102,2		
					Фон: р. Дунай	2,6	36,0	0,18	0,051	3,3	0,12	17,7		

Таблиця 4.15 – Забруднюючі речовини в складі зворотних вод, які потрапляють в річну воду Кілійського рукава

Місце спостереження за якістю води	Завислі речовини	БСК-5	Мінералізація	Сульфати	Хлориди	Амоній солевий	Нітрати	Нафтопродукти	ХСК	Розчинений кисень	Фосфати	Залізо	Нітрити
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Нормативні значення за ГДК												
	-	3,01–6,02	1000 1,2	500 1,2	350 1,2	-	403	0,053	151–302	≥ 4 1,2	0,73	-	0,083
м. Ізмаїл	28,48	2,63	319	45,82	24,97	0,16	3,57	0,02	11,45	10,39	0,3	0,14	0,06
м. Кілія (п.в.)	32,68	2,22	367	72,12	29,42	0,15	4,32	0,02	17,57	9,54	0,2	0,18	0,03
м. Кілія	28,80	2,07	342	54,48	27,18	0,16	4,72	0,02	12,06	9,64	0,3	0,13	0,03
м. Вілкове	37,83	2,06	346	63,03	27,63	0,11	4,61	0,01	18,62	9,28	0,3	0,13	0,04
Озеро Кагул	107,87	7,33	644	125,78	123,04	0,23	0,79	0,01	40,51	10,75	0,3	0,24	0,07
Озеро Ялпуг	64,18	11,16	3226	1298,17	511,38	0,40	7,36	0,01	52,62	9,79	0,3	0,25	0,14
Озеро Катлабух	204,98	50,31	2900	1066,09	639,44	1,16	2,17	0,02	153,65	9,03	0,2	0,22	0,06
Озеро Китай	205,37	59,00	5264	2439,92	933,53	0,72	1,45	0,02	256,08	8,56	0,2	0,23	0,04
Примітки. 1. – Для водного об'єкту господарсько-питного призначення. Додаток 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173. Примітка 2. – Для водного об'єкту в межах населеного пункту. Додаток 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173. Примітка 3. Обобщённый перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов» (таблица 1), термін дії якого наказом ДСНС України від 31.08.2017 № 473 подовжено до 01 січня 2025 року.													

За інформацією, що надана Кілійським МУВГ, перевищення за ГДК в місцях скиду зворотних вод підприємств не спостерігається. У таблиці 4.15, за даними Басейнового управління водними ресурсами Причорномор'я та Нижнього Дунаю [43], наведені обсяги забруднюючих речовин, які містяться в зворотних водах, що скидають підприємства, розташовані вздовж в поверхневих водних об'єктах Кілійського рукава.

За даними Екологічного паспорта Одеської області, у 2021 році [44] одним з основних підприємств забруднювачів, які мають великий обсяг водозабору з Кілійського рукава і скидають туди стічні води є ПАТ «Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат», комбінат має власні очисні споруди потужністю – 4200,0 м<sup>3</sup>/добу. Вагоме значення у формуванні екологічного стану водних об'єктів мають біогенні елементи. Наявність їх у великих концентраціях викликає евтрофікацію води, що дуже негативно впливає на екологічний стан водного об'єкту, а також погіршує його рекреаційну значущість.

У таблиці 4.16 наведені дані щодо обсягів утворення зворотних вод і кількості забруднюючих речовин в них, що утворюються на комбінаті і скидаються у р. Дунай протягом трьох років.

**Таблиця 4.16 – Скидання зворотних вод та забруднюючих речовин з ПАТ «Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат»**

<b>Наявність, потужність (м<sup>3</sup>/добу) ефективність використання очистки</b>	<b>Обсяг скидання зворотних вод, тис. м<sup>3</sup></b>	<b>Кількість забруднюючих речовин, що скидаються зі зворотними водами, т 1</b>
2018 р.	2638,0	15,318
2019 р.	2503,0	-
2020 р.	2299,9	666,7
Примітка. За інформацією Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю Державного агентства водних ресурсів України, яка формується на підставі обробленої інформації водокористувачів щодо показників водокористування та водовідведення, які надають звіти про використання води за формою № 2ТП-водгосп (річна)		

За даними таблиці видно, що спостерігається тенденція до невеликого зниження з роками обсягів скиду зворотних вод. Але звертає увагу значне збільшення кількості забруднюючих речовин, що скидаються зі зворотними водами.

**Таблиця 4.17 – Вміст біогенних речовин у досліджених точкових джерелах забруднення у дельті р. Дунай.**

№ п/п	Пункт	Розчинений кисень, O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> (розрахункове), мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Нітрити (NO <sub>2</sub> -), мг/дм <sup>3</sup>	Нітрати (NO <sub>3</sub> -), мг/дм <sup>3</sup>	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфат и (PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>
		Нормативні значення за ГДК					
		≥ 4	1	0,082	40,02	1,02	0,72
1	Вище Кілії	-	11,20	0,200	4,60	<0,12	9,73
2	Кілія, нижче скиду 10	-	12,00	0,075	5,44	<0,12	4,00
3	Нижче Кілії, вище скиду 13,17,18,19	-	6,40	0,100	4,36	<0,12	7,66
4	Нижче Кілії, скид 13,17,18,19, канал	-	19,20	0,020	1,92	<0,12	4,29
5	Лески, скид 20, вище	8,00	1,60	0,097	4,45	<0,12	4,65
6	Лески, скид 20, канал	6,67	4,00	0,020	0,52	<0,12	8,41
7	Лески, скид 20, нижче	9,07	2,40	0,082	5,57	<0,12	7,08

Примітка 1. – Додаток 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173.  
Примітка 2. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов» (таблица 1), термін дії якого наказом ДСНС України від 31.08.2017 № 473 подовжено до 01 січня

Аналіз даних таблиці 4.17 показав, що в районі Кілії, як вище міста (п.1), так і нижче міста (п.п. 2 – 4) скиду спостерігається перевищення ГДК за показником БСК-5. Це свідчить про те, що у водний об'єкт потрапляють не очищені або не достатньо очищені стічні води.

Значне перевищення показника БСК-5 відмічається в місці скиду в каналі нижче м. Кілія (п.4) – 19,2 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує ГДК більше, ніж у 6 разів. Нижче скиду (п.2) і вище скиду (п.3) також відмічено перевищення ГДК – у 4 і 2 рази відповідно. У місці відбору вище Кілії (п.1) перевищення БСК-5 складає у 3,8 разів.

У місці скиду Лески (п.6) відмічено невелике перевищення – 1,3 ГДК. При чому вище і нижче скиду Лески цей показник відповідає нормативній величині (п. 5 і п. 7).

Що стосується біогенних елементів групи азоту, то відмічено перевищення нітратів у воді вище Кілії – 2,5 ГДК. Концентрації нітратів і амонійного азоту визначені нижче ГДК.

Звертає увагу великі концентрації у воді фосфатів. Перевищення цього показника за ГДК спостерігається у всіх аналізованих пробах – (6 – 14) ГДК. Найбільші концентрації фосфатів відмічені у воді вище Кілії в місці скиду стічних вод в Лесках. Вірогідно, однією з причин може бути наявність в стічних водах великих концентрацій фосфатів у разі збільшення застосування детергентів (миючих засобів), що містять присадки, в склад яких входять сполуки фосфору.

Результати аналізів проб річкової води свідчать про забруднення поверхневих водних об'єктів в місцях контролю стічними водами, що вказує на неякісне очищення стоків, або відсутність очисних споруд взагалі.

Але дані щодо біогенних елементів за липень [37] відрізняються від середньорічних концентрацій за теми же показниками. За даними мережі спостережень національної гідрометслужби України [42], і інформації, яка надана в екологічному паспорті регіону за той же період [44] середньорічні концентрації забруднюючих речовин в контрольних створах м. Кілії не перевищують ГДК.

Наслідки затоплення сільськогосподарських земель та сільських населених пунктів під час паводків є також причиною погіршення якості води у досліджуваних поверхневих водних об'єктах через збільшення їх каламутності, концентрації біогенних елементів, пестицидів та інших хлорорганічних речовин.

#### ***Екологічна й водогосподарська оцінка якості води української ділянки дельти Дунаю за 2004-2021 роки***

Оцінка якості поверхневих вод української ділянки дельти Дунаю здійснювалася на основі аналізу таких гідрохімічних та гідрофізичних показників: компоненти сольового складу: (сума іонів, гідрокарбонати, хлориди, сульфати, іони магнію, кальцію, натрію); показники трофо-сапробіологічного стану: завислі речовини, прозорість, розчинений кисень, рН, розчинені органічні речовини (за показниками ХСК, перманганатної окислюваності й БСК<sub>5</sub>), сполуки головних біогенних елементів (азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати); специфічні речовини: нафтопродукти, СПАР, феноли (оскільки частота визначення у ході моніторингу концентрацій важких металів менша, у цьому аналізі вони не розглядалися).

Екологічна оцінка стану вод виконувалася за “Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод”. Для цього отримувалися блокові індекси екологічної оцінки по кожному пункту й часу відбору за двома варіантами: шляхом усереднення категорій показників у блоці та шляхом вибору найгіршої у блоці категорії. Індекс загальної екологічної оцінки знаходився як середнє блокових індексів. Після цього отримані індекси осереднювалися по виборці (пункти чи сезони). Таким чином, оцінка проводилася за середніми величинами й за середніми з найгірших величин.

Водогосподарська оцінка проводилася за нормативами якості води для господарсько-побутових потреб та рибного господарства. Також, проводилася оцінка якості води за нормами, встановленими в межах міжнародної програми моніторингу Дунаю TNMN. У таблиці 4.18 та на рис. 4.3 наведені результати екологічної оцінки за середніми й середніми з найгірших показників за період спостережень.

У таблиці 4.19 наведено результати оцінки якості води за класифікацією TNMN, а на рисунку 4.4, відповідно, міжрічна динаміка середніх індексів за цією оцінкою. Кратність окремих показників якості води нормативам рибогосподарських та господарсько-побутових ГДК представлені, відповідно, у таблицях 4.20 і 4.21.

На рисунку 4.5 і 4.6 представлено міжрічну динаміку кратностей по тих показниках, за якими головним чином спостерігаються перевищення ГДК. Також, оскільки у контексті контролю робіт із днопоглиблення особливий інтерес представляє вміст завислих речовин, окремо на рисунку 4.7 наведено міжрічну динаміку цього показника.

За наявною гідрохімічною інформацією, в середньому по дослідженій акваторії води української ділянки дельти Дунаю відповідали екологічній оцінці на рівні: за середніми величинами показників – між 2 і 3 категоріями (чисті – достатньо чисті води); за середніми з найгірших величин показників – 4 категорії з переходом у 5 (слабко забруднені води з переходом до помірно забруднених).

**Таблиця 4.18 – Індеси екологічної оцінки**

<b>Показник</b>	<b>Індекс за середніми значеннями показників</b>	<b>Індекс за середніми значеннями показників із найгірших</b>
Індекс загальної оцінки	2,58	4,36
Індекс сольового складу	1,93	2,71
Індекс трофо-сапробності	3,44	6,72
Індекс специфічних речовин	2,35	3,62
Сума іонів	1,11	4,63
Хлориди	2,70	5,33
Сульфати	1,46	4,39
Показник рН	2,85	4,67
Завислі речовини	5,31	6,89
Прозорість	6,98	7,00
Розчинений кисень	1,75	4,50
Насичення киснем	2,77	4,72
БСК5	2,81	4,78
Окислюваність перманганатна	1,93	3,12
ХСК	2,69	4,59
Азот амонійний	1,73	3,61
Азот нітритний	4,38	5,83
Азот нітратний	5,43	6,11
Фосфати	3,18	4,33
Залізо загальне	3,74	5,20
Мідь	4,13	5,43
Марганець	1,98	3,86
Цинк	2,13	4,64
Хром заг	2,75	4,00
Нафтопродукти	1,46	3,78
СПАР	2,44	4,53
Феноли	3,04	5,24

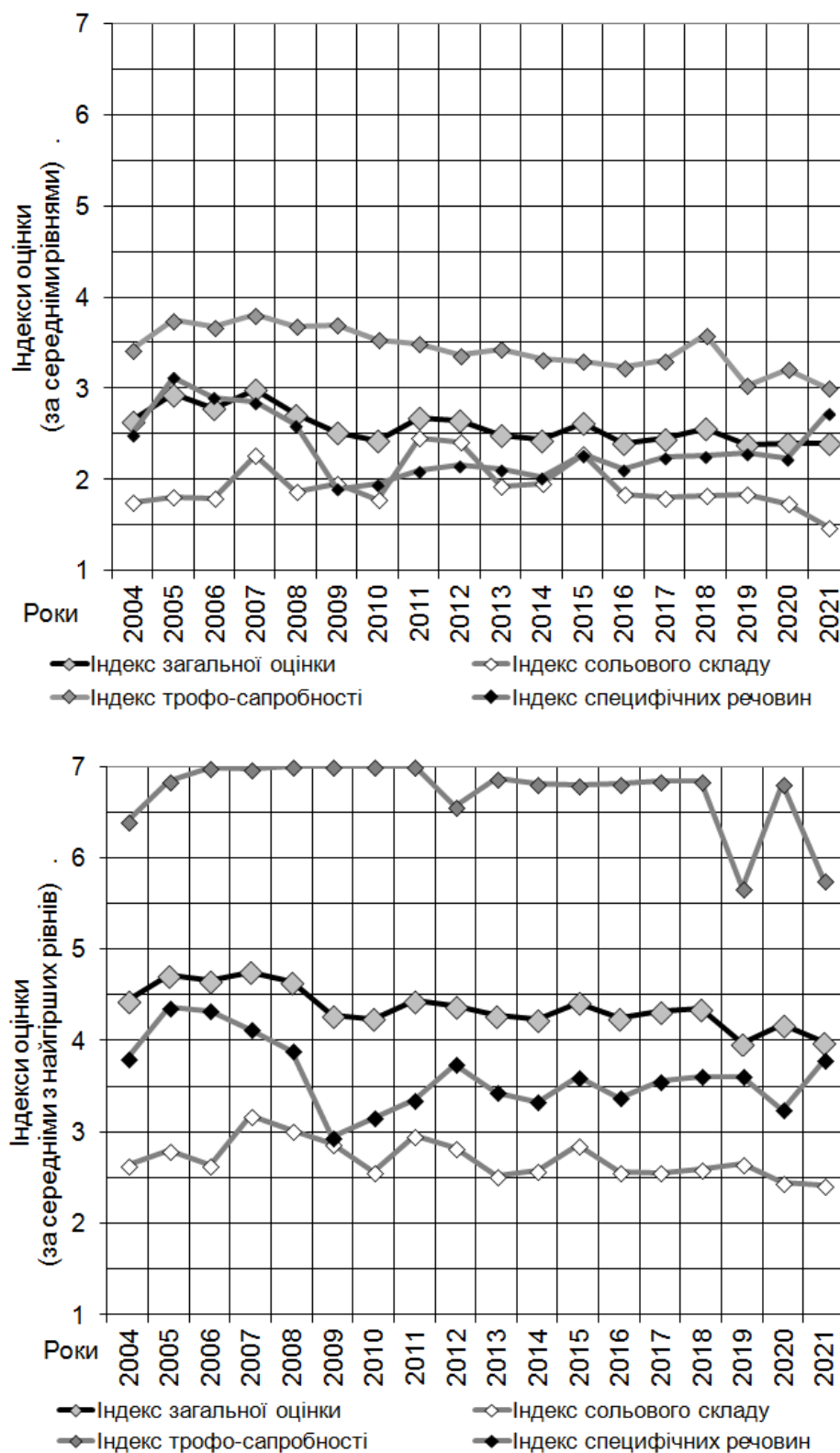


Рисунок 4.3 – Міжрічна динаміка індексів екологічної оцінки якості води української ділянки дельти Дунаю



Таблиця 4.19 – Оцінка якості води за класифікацією TNMN

Показник	Клас (середній по роках)
pH	1,0
Розчинений кисень	1,0
БСК5	1,0
Окислюваність перманганатна	1,1
ХСК	2,0
Азот амонійний	1,1
Азот нітритний	2,0
Азот нітратний	1,9
Фосфати	1,2
Мідь	1,6
Цинк	1,0

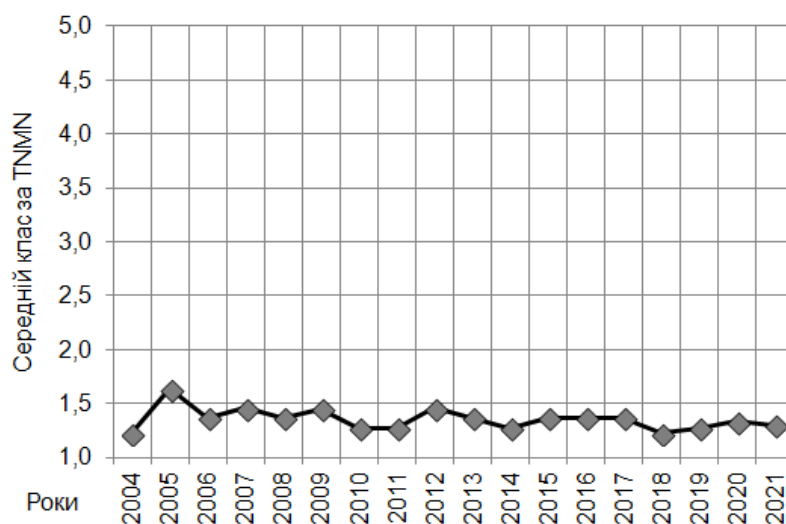


Рисунок 4.4 – Міжрічна динаміка середніх індексів оцінки якості води за класифікацією TNMN

Таблиця 4.20 – Кратність показників якості води рибогосподарським ГДК

Показник	Кратність
pH	0,94
Розчинений кисень	0,67
БСК5	0,66
ХСК	0,36
Хлориди	0,24
Сульфати	0,54
Магній	0,43
Кальцій	0,28
Азот амонійний	0,24
Азот нітритний	1,14
Азот нітратний	0,13
Фосфати	0,07
Залізо загальне	2,95
Мідь	9,98

Показник	Кратність
Марганець	2,21
Цинк	1,55
Нафтопродукти	0,15
СПАР	0,05
Феноли	1,45

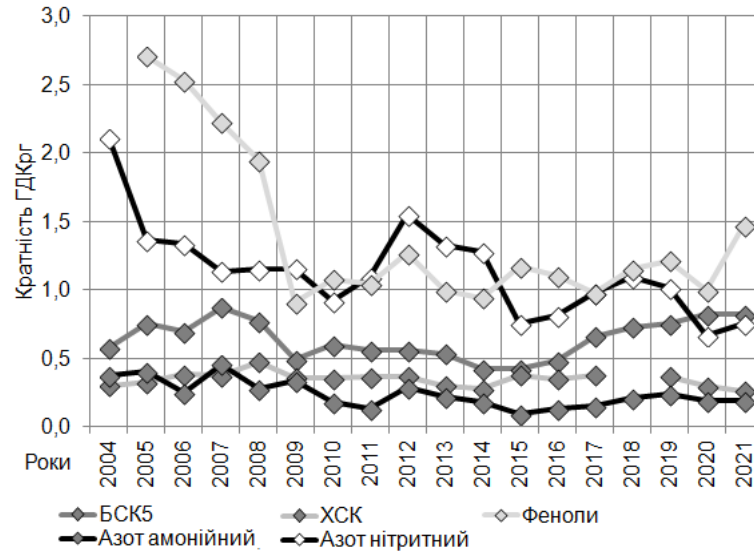
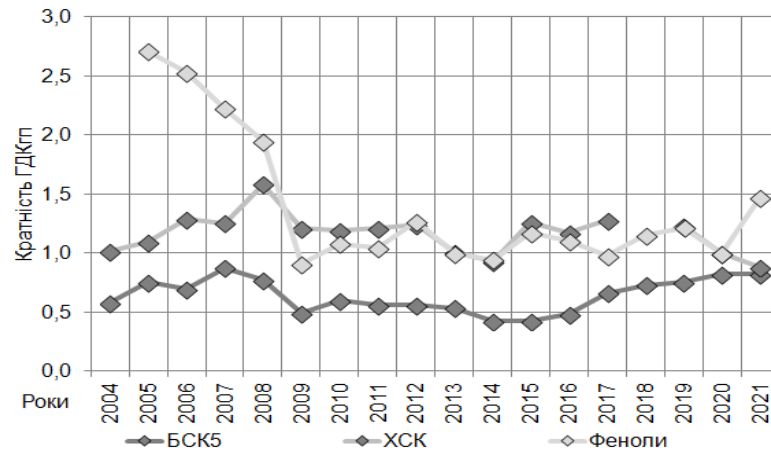


Рисунок 4.5 – Міжрічна динаміка кратності показників якості води річковим господарським водокористуванням (ГДК)

Таблиця 4.21 – Кратність показників якості води в господарсько-побутовому водокористуванні (ГДК)

Показник	Кратність
pH	0,94
Сума іонів	0,41
Розчинений кисень	0,45
БСК5	0,66
ХСК	1,19
Хлориди	0,21
Сульфати	0,11
Магній	0,34
Азот амонійний	0,08
Азот нітритний	0,02
Азот нітратний	0,12
Фосфати	0,04
Залізо загальне	0,98
Мідь	0,01
Марганець	0,22
Цинк	0,02
Нафтопродукти	0,03
Феноли	1,45



**Рисунок 4.6 – Міжрічна динаміка кратності показників якості води госп.-побут. ГДК**

Найгірша якість води за екологічними нормативами при цьому спостерігалася за блоком показників трофо-сапробіологічного стану: за середніми рівнями показників – 3 категорія з переходом у 4 (достатньо чисті води з переходом у слабо забруднені); за середніми з найгірших рівнів показників – 7 категорія з переходом у 6 (дуже брудні води з переходом у брудні).

Слід проте зауважити, що показники прозорості й вмісту завислих речовин, які входять до цього блоку й стабільно дають найвищі частинні індекси екологічної оцінки, можуть відображати у випадку дельти Дунаю не стільки антропогенний вплив, скільки природну специфіку акваторії.

З інших показників трофо-сапробіологічного блоку перш за все слід відзначити вміст нітратного азоту, за яким стабільно спостерігається висока забрудненість: 5 категорія з переходом у 6 за середніми рівнями показників і 6 категорія за середніми з найгірших.

Високими були також концентрації нітритного азоту (4 категорія з переходом у 5 за середніми рівнями показників і 6 категорія з переходом у 5 за середніми з найгірших).

Слід також відзначити істотний розрив між оцінкою за середніми значеннями (2 категорія з переходом у 1) та за середніми з найгірших (між 4 і 5 категоріями) за показником вмісту розчиненого кисню. Такі розбіжності можуть свідчити про певну ймовірність пікових значень та дефіциту кисню.

Можна відзначити тенденцію до певного зниження у міжрічній динаміці за період спостережень індексу загальної екологічної оцінки як за середніми, так і за середніми з найгірших рівнів показників [48-59].

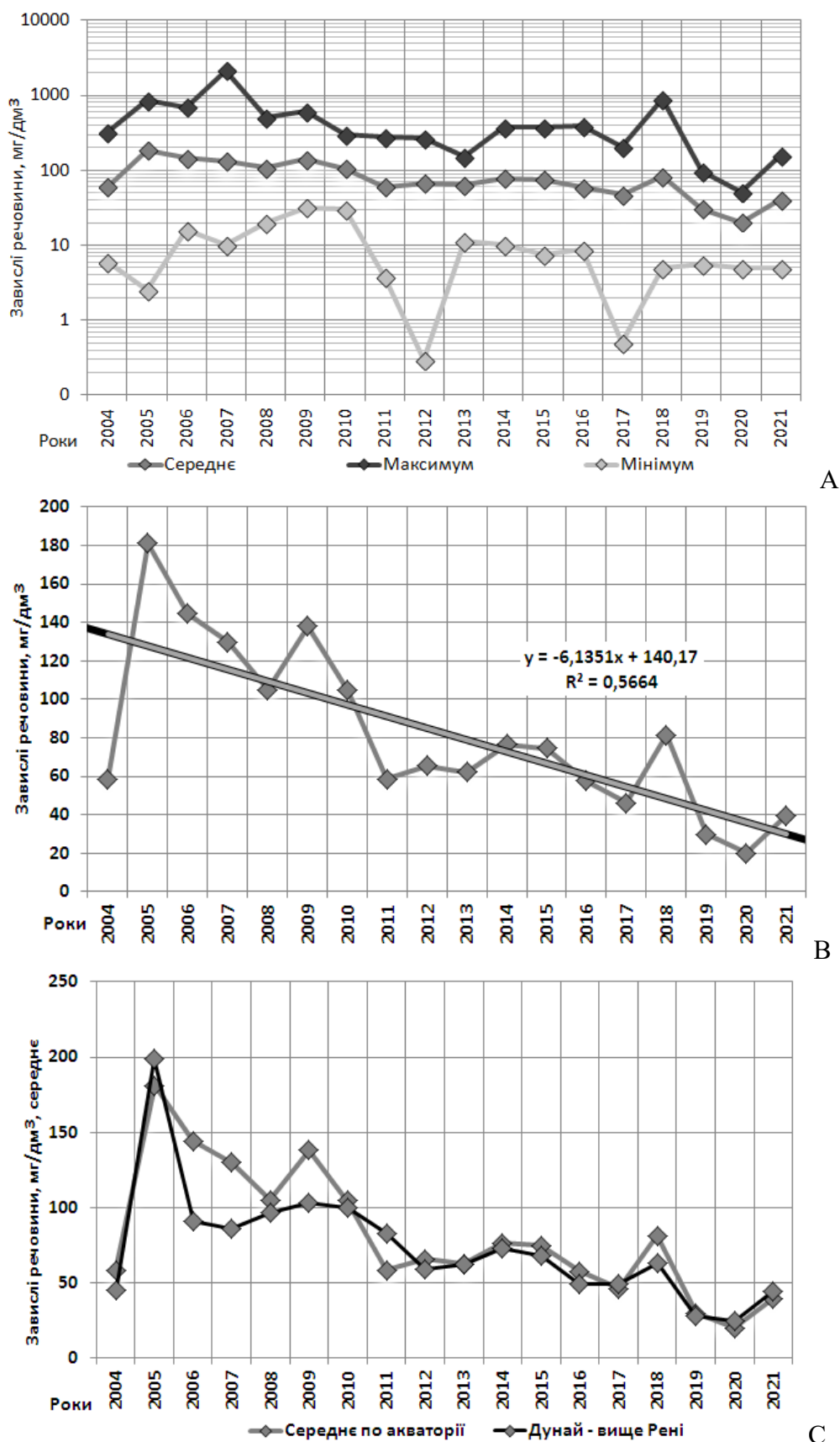


Рисунок 4.7 – Міжрічна динаміка величин середнього вмісту завислих речовин

А – максимальні, середні й мінімальні;

В – окремо середні й тенденція міжрічної динаміки

С – порівняно зі входом до української ділянки акваторії (вище Рені)

Якість вод української ділянки дельти Дунаю за класифікацією TNMN знаходилася ближче до 1 класу (середній індекс 1,4). Рибогосподарські ГДК перевищувалися за середніми рівнями показників вмісту міді, марганцю, цинку, фенолів, заліза загального (додаток Г) та нітритного азоту. Господарсько-побутові ГДК перевищувалися за середніми рівнями показників ХСК та вмісту фенолів.

Відзначена тенденція до зниження вмісту завислих речовин у воді протягом дослідженого періоду. Найбільші середні концентрації завислих речовин спостерігалися у 2005 році, проте на вході до української ділянки дельти (вище Рені) вони також цього року були найвищими (додаток В).

Згідно з результатами гідрохімічних досліджень води дельтової частини р. Дунай в останні роки залишаються наднормативно забрудненими завислими речовинами, органічними речовинами, нітратами й металами. Наднормативне забруднення річкової води за гідрохімічними показниками, особливо за марганцем, та забруднення донних відкладів металами (додаток Г) відмічалось вже з транскордонної ділянки - вище м. Рені - тобто, до кордону з Україною. В цілому протягом періоду спостережень за показником марганець спостерігалася тенденція до погіршення якості води, а за іншими показниками - тенденція до покращення якості води (додаток В).

За класифікацією TNMN за вмістом хлорофілу «а» фітопланктон води української ділянки дельти Дунаю можна віднести до 1 класу. За класифікацією УКРНДІЕП отриманий середній індекс можна інтерпретувати як «оліготрофні води з переходом у мезотрофні», що, в принципі, збігається з оцінкою за рівнем TSI (оліго-мезотрофні води). У середньому досліджені води за вмістом хлорофілу «а» у донних відкладах можна віднести до межі евтрофних і політрофних, що є значно вищим рівнем, ніж визначений за вмістом хлорофілу «а» фітопланктону.

Анотовані звіти з результатами моніторингових досліджень у 2020-2022 роках наведені в Додатку М.

#### **4.5.2 Основні природні фактори впливу на формування гідрогеологічних умов в заплаві Кілійського рукава в межах дельти р. Дунай**

В залежності від встановлених особливостей природно-техногенних умов, від складності і ступеня вивченості природних умов та від впливу техногенних факторів виконаний розрахунковий прогноз можливого впливу поглиблення русла Кілійського рукава на гідрогеологічні умови і в цілому на водне середовище прилеглої території.

### *Загальна характеристика підземних вод*

Територія досліджень розташована у приосевій частині Причорноморського артезіанського басейну [71]. Підземні води містяться майже у всіх стратиграфічних комплексах потужної товщі осадових порід від палеозойських до сучасних.

Прісні підземні води містяться у верхній частині осадової товщі до нижньо-сарматського під'ярусу включно. У більш глибокозалягаючих відкладеннях, від палеогену та давніше, містяться солоні води та розсоли. При описанні підземних вод за мінералізацію (М) приймається сума аніонів та катіонів. Назва типу води за хімічним складом приводиться згідно з класифікацією В.А. Александрова (переважаючий іон ставиться попереду).

На території, що описується, виділяються наступні водоносні горизонти та комплекси (рисунки 4.8 а,б,в; 4.9).

#### *Водоносний горизонт верхньочетвертинних і сучасних алювіальних та алювіально-делювіальних відкладень (адОш-IV)*

Водовмісними є піски, супіски, суглинки та мулисті їх різновиди з включеннями лінз та дрібних прошарків гравію та гальки. Потужність водомістких порід від 0,3 м до 13 м при потужності відкладень від 4 м до 23 м. У підшві їх залягають переважно глини меотичного ярусу (у долинах річок) і червоно-бурі глини – у верхів'ях балок.

Води – ґрунтові. Глибина залягання їхнього дзеркала від 0 до 5,5 м, дебіти колодязів коливаються від 0,04 до 0,2 л/сек при пониженнях від 2,0 до 0,6 м, дебіти свердловин - від 0,5 до 2,7 л/сек при пониженнях від 1,5 до 3,2 м.

Коефіцієнти фільтрації для дрібнозернистих пісків, часто глинистих, із включеннями гравію та гальки, коливаються від 11 до 18 л/добу.

Хімічний склад води переважно сульфатно-натрієвий, з мінералізацією 0,6-9,4 г/дм<sup>3</sup>.

Живлення горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також і підтоку води зі схилів. Розвантаження відбувається частково в лимани, частково на випаровання та транспірацію рослинами.

Підземні води цього горизонту незначно використовуються за допомогою колодязів. Режим тісно пов'язаний з кліматичними факторами. При рясних опадах рівні ґрунтових вод підвищуються і води опріснюються. В засушливий період мінералізація підвищується, а рівні падають. Багато колодязів зовсім пересихають.

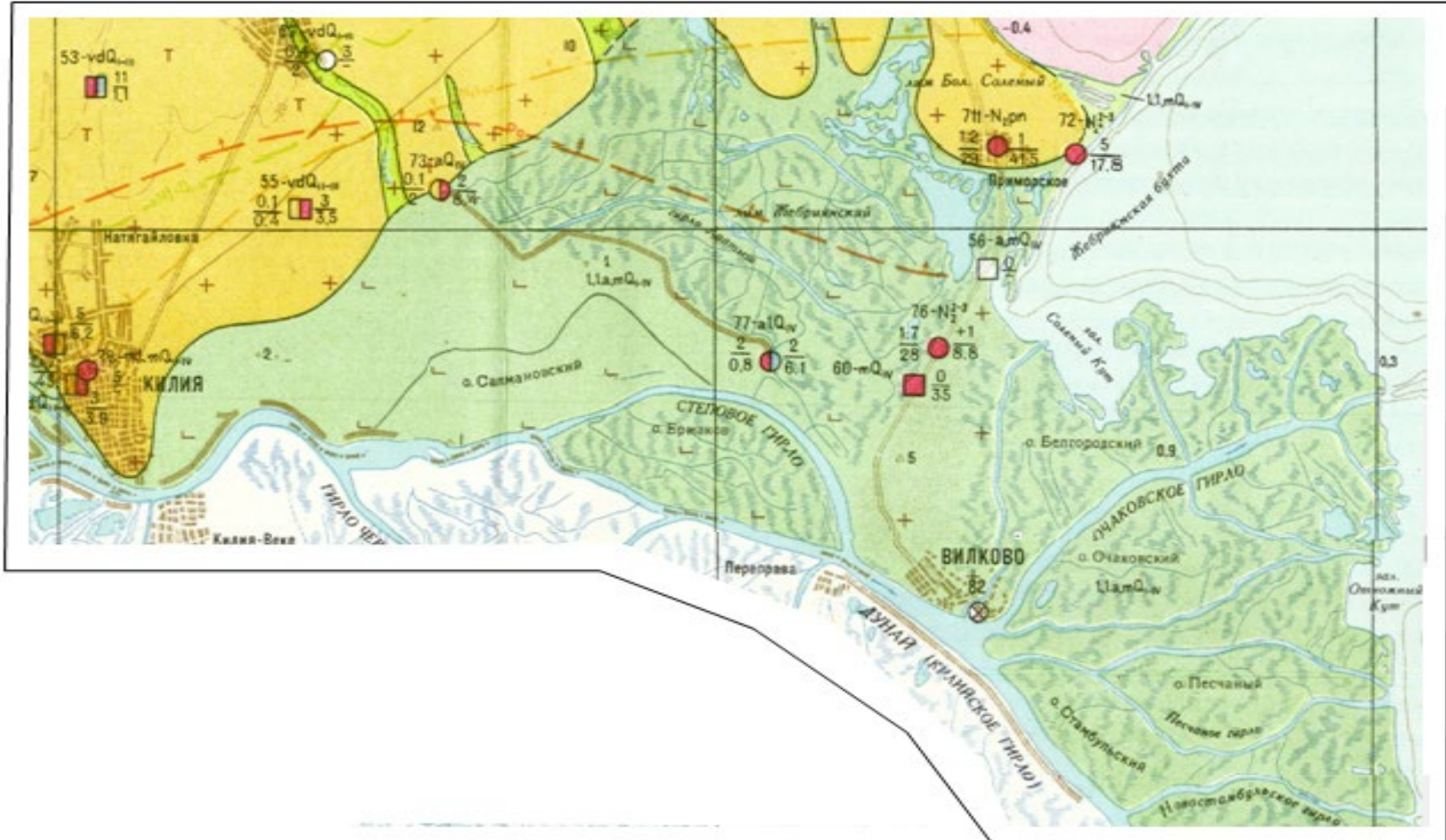


Рисунок 4.8 а – Гідрогеологічна карта району досліджень (р. Дунай на відріжку м. Вилкове – м. Кілія)





Рисунок 4.8 б – Гідрогеологічна карта району досліджень (р. Дунай в районі м. Кілія)



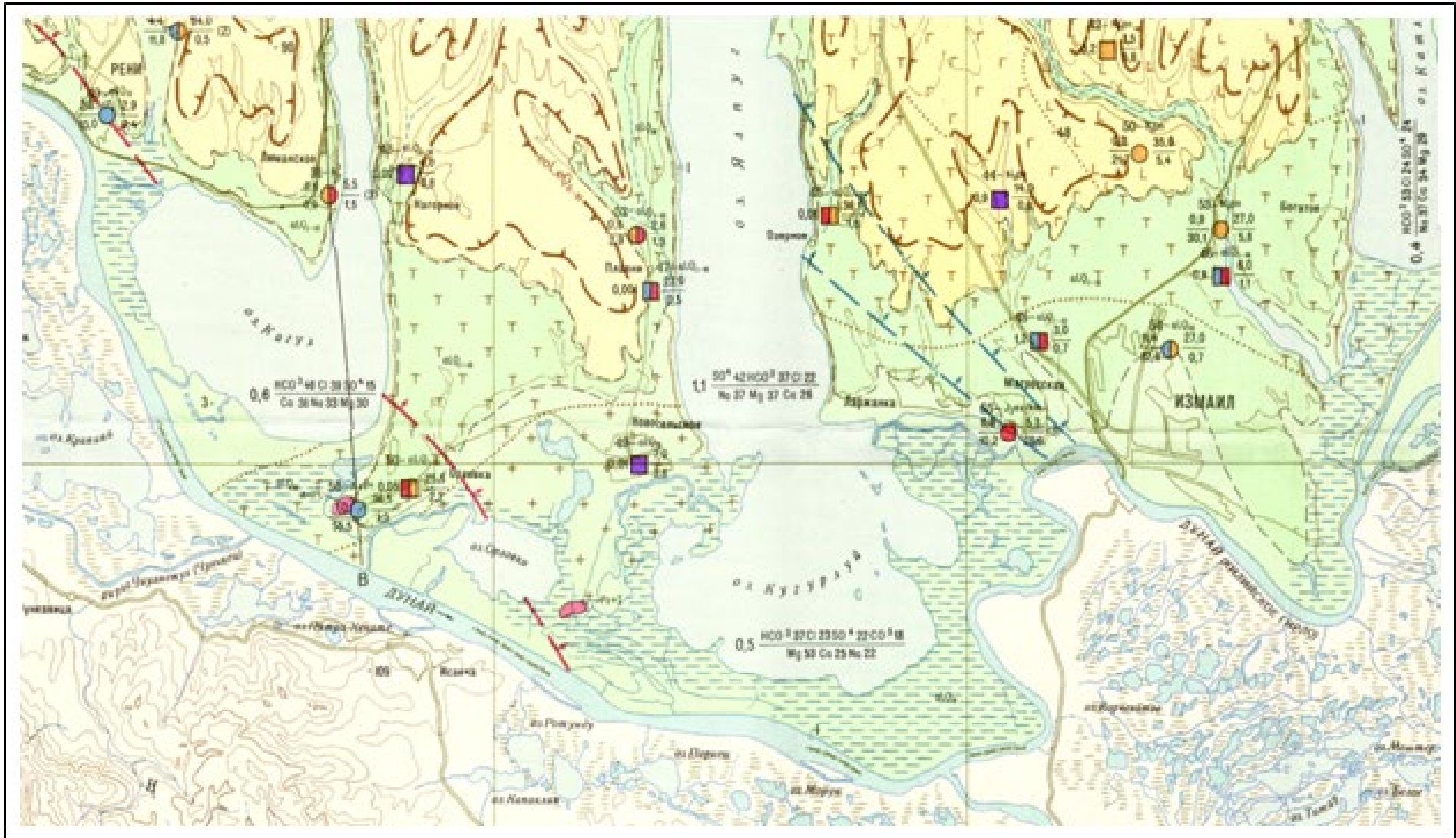


Рисунок 4.8 в – Гідрогеологічна карта району досліджень (р. Дунай на відрізок м. Ізмаїл - м. Рені)

Умовні позначення до карти:

**Розповсюдження водоносних горизонтів і комплексів**

- alQ<sub>IV</sub>

Водоносний горизонт в сучасних алювіальних відкладеннях, які складають заплави річок (піски з гравієм та галькою, супіски, суглинки).
- alQ<sub>I-III</sub>


Водоносний горизонт в нерозчленованих нижньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладеннях, які складають надзаплавні тераси річок Дунай і Прут (супіски, суглинки, піски).
- N<sub>2</sub><sup>2</sup>

Водоносний горизонт в відкладеннях середнього пліоцену (піски різнозернисті з прошарками глин).
- N<sub>2</sub>pn

Водоносний горизонт в відкладеннях понтичного ярусу (піски, вапняки з прошарками глин).
- N<sub>1</sub>m


Води спорадичного розповсюдження в відкладеннях меотичного ярусу (глини з прошарками та лінзами пісків).
- Pz+T


Водоносний комплекс в строкатій товщі палеозою та тріасу (пісковики, вапняки, аргіліти).
- A+Pt


Підземні води в тріщинуватій зоні архею та протерозою (метаморфізовані сланці).
- 


Контур спорадичного розповсюдження вод в нерозчленованих середньо-верхньочетвертинних еолово-елювіальних відкладеннях (суглинки, супіски, піски).

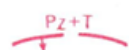
**Ймовірні контури розповсюдження водоносних комплексів, які залягають нижче перших від поверхні**

- 

Водоносний комплекс в нерозчленованій товщі палеогену (мергелі, піски, пісковики).
- 


Водоносний комплекс в відкладеннях нижньої крейди (пісковики).
- 

Водоносний комплекс в відкладеннях верхньої юри (вапняки, пісковики).
- 

Водоносний комплекс в відкладеннях середньої юри (аргіліти, вапняки, мергелі, пісковики, конгломерати).
- 

Водоносний комплекс в відкладеннях палеозою та тріасу (пісковики, вапняки, гіліліти).

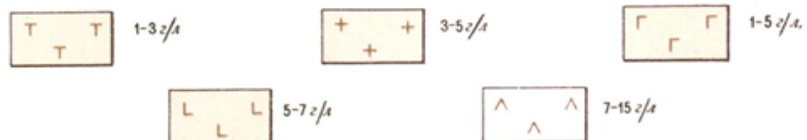
**Розповсюдження водопроникних, але безводних порід**

- 

Контур розповсюдження водопроникних, але безводних відкладів середнього пліоцену (піски).


**Мінералізація, хімічний і газовий склад**

Градації та умовні позначки мінералізації води для першого від поверхні водоносного горизонту




Умовні позначення до карти:


**Водопункти**

5- N<sub>2</sub>pn  
0,1  0,7

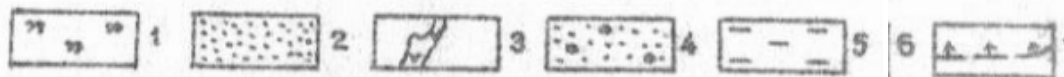
**Джерело низхідне.** Цифри: зверху – номер по каталогу та індекс геологічного віку водовмісних порід; ліворуч – дебіт, л/сек.; праворуч – мінералізація, г/дм<sup>3</sup>.

46- aLQ<sub>1-III</sub>  
0,9   $\frac{6,0}{1,1}$

**Колодязь.** Цифри: зверху – номер по каталогу та індекс геологічного віку водовмісних порід; ліворуч – дебіт, л/сек.; праворуч: в чисельнику – глибина до води, м; в знаменнику – мінералізація, г/дм<sup>3</sup>.

15 - N<sub>2</sub>pn  
1,7   $\frac{69,0}{0,7}$  (2)  
13,0

**Свердловина.** Цифри: зверху – номер по каталогу та індекс геологічного віку водовмісних порід; ліворуч: в чисельнику – дебіт, л/сек., в знаменнику – пониження, м (в дужках – глибина опробування, м); праворуч: в чисельнику – глибина встановленого рівня, м; в знаменнику – мінералізація, г/дм<sup>3</sup>; в дужках – число розкритих водоносних горизонтів або комплексів.



**Умовні позначення до рисунку 4.9**

1 – водоносний горизонт в сучасних лиманно-морських відкладах; 2 – водоносний горизонт в сучасних озерно-алювіально-морських відкладах заплави р. Дунай; 3 – водоносний горизонт в верхньочетвертинних та сучасних алювіально-делювіальних відкладах малих річок та балок; 4 – водоносний комплекс в відкладах четвертинних і верхньопліоценових надзаплавних терас долини р. Дунай; 5 – водоносний горизонт в відкладах понтичного ярусу; 6 – контури розповсюдження водоносних горизонтів.

**Рисунок 4.9 – Гідрогеологічна схема району досліджень на ділянці Вилкове – Кілія**

***Водоносний горизонт нерозчленованих четвертинних лиманних та лиманно-морських відкладень (L, Lm Q<sub>I-IV</sub>)***

Поширений на узбережжях моря та лиманів у пересипах, пляжах та косах. Пляжі розташовуються довгими смугами від 10 до 200 м вздовж берегів моря та лиманів. Висота над рівнем моря - 1-2 м, потужність пісків змінюється від 0,5 до 1,5 м. Пересипи і коси відокремлюють лимани від моря.

Водовмісними є піщані та піщано-мулисті породи потужність яких досягає 50 м. Підстилаються вони глинами понтичного та меотичного ярусів у верхів'ях лиманів та верхньопліоценовими глинами – на морських пляжах та пересипах.

Води ґрунтові. Глибина залягання рівня від кількох сантиметрів до 4,5 м. Висота рівня схильна до частих змін у зв'язку зі зміною вітру. При вітрах південно-східних румбів відбуваються нагінні явища і рівень ґрунтових вод підвищується. Зворотна картина спостерігається при зганяючих вітрах північно-західних румбів. Води переважно такої якості, як і в лиманах, оскільки вони взаємопов'язані. На пересипах часто при погонних вітрах прісні води заміщуються морськими. Мінералізація води коливається від 2 до 36 г/л (зокрема - оз. Сасик та інш.).

Часто на поверхні солоних підземних вод спостерігаються лінзи прісних вод потужністю від 0,2 м до 0,9 м. Дебіти колодязів, що експлуатують такі лінзи, не перевищують 0,1-0,2 л/сек при зниженнях від 0,2 м до 0,4 м. Великі зниження небезпечні через можливість прориву солоних вод.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок вод лиманів та моря, атмосферних опадів та конденсації парів води. Розвантаження відбувається у лимани та море, а також на випаровування.

Води водоносного горизонту в лиманних та лиманно-морських відкладеннях на території майже не використовуються.

***Водоносний горизонт нерозчленованих четвертинних озерних, озерно-річкових та морських відкладень (L, La, mQ<sub>I-IV</sub>)***

Поширений у межах заплавної частини долини річки Дунаю (у дельті). Описувана частина належить до заплави лівобережжя і дельти Кілійського гирла, що займає південну частину території. Заплавні утворення відрізняються більшою строкатістю. Представлені піщано-глинистими породами різного генезису: тут є алювіальні, алювіально-лімницькі, алювіально-морські, алювіально-лімничо-морські та морські утворення.

Заплавні відкладення у східній частині підстилаються алювієм пліоценових терас, але на окремих ділянках, на захід, - відкладеннями понтичного ярусу.

Дзеркало ґрунтових вод залягає на глибинах від 0 до 2 м. Дебіти колодязів не перевищують 0,03-0,5 л/сек при пониженнях до 2 м.

Дебіти свердловин не перевищували 0,5 л/сек при пониженнях до 1 м. Коефіцієнти фільтрації глинистих мулуватих порід коливаються в межах 1,2-10,0 м/добу, а пісків з черепашником – до 77,0 м/добу [71].

За хімічним складом води сульфатно-натрієві та хлоридно-натрієві з мінералізацією від 2 до 30 г/дм<sup>3</sup>. Зрідка, в районі Вилковських «кучугур», трапляються лінзи прісних вод гідрокарбонатно-кальцієвого складу з мінералізацією до 0,3 г/дм<sup>3</sup>.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок поверхневих вод та інфільтрації атмосферних опадів. Засолення вод і ґрунтів може бути пов'язане з процесами інтенсивного випаровування як у сьогодення, так і в давньочетвертинний час. Зважаючи на забрудненість і засоленість, підземні води заплави не використовуються в практичних цілях.

***Водоносний горизонт нерозчленованих четвертинних еолово-делювіальних відкладень (vdQ<sub>I-III</sub>)***

Поширений у північній частині досліджуваної території, має спородичне поширення. Підземні води приурочені до лесоподібних суглинків, що складають плато та пологі схили. У підшві залягають або важкі різновиди цих суглинків, або червоно-бурі глини верхнього пліоцену.

Води ґрунтові. Залягають на глибинах від 0,4 м до 20 м. Така різниця у рівнях говорить про можливу наявність лінз верховодки. Дебіти колодязів сягають 1,4 л/сек при зниженні до 5-6 м. Особливо багатими є райони зрошуваних масивів та надзаплавних терас.

За хімічним складом підземні води суглинків дуже різноманітні, але переважають сульфатно-натрієві. Мінералізація коливається від 0,6 до 93 г/дм<sup>3</sup>. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, підтоку вод із зрошуваних масивів і напірних вод з алювію надзаплавних терас, розвантаження – на підживлення балкового алювію, на випаровування та транспірацію рослинами.

У зв'язку з широким будівництвом зрошувальних систем та подачею великої кількості води на поля, відбувається обводнення лесоподібних суглинків. У зв'язку з цим можуть виникнути такі небажані явища, як засолення ґрунтів при високому положенні рівня ґрунтових вод (менше 3 м), просідання.

***Водоносний комплекс верхньопліоценових та четвертинних відкладень надзаплавних терас (aN<sub>2</sub><sup>3</sup>+ Q<sub>I-III</sub>)***

Поширений неширокою смугою вздовж лівого борта долини р. Дунаю та узбережжя Чорного моря. До нього віднесені обводнені відкладення другої та п'ятої надзаплавних

терас р. Дунай та нерозчленованого комплексу похованих пліоценових терас. Тerasи прикриті лесоподібними суглинками, що також містять підземні води. Відкладення терас підстилаються породами понтичного та меотичного ярусів.

Водовмісними є дрібно- та різнозернисті глинисті піски з включеннями лінз та прошарків гравію та галечника. Потужність їх коливається від 2-3 м до 21 м. Води напірні, величина напору досягає 49 м, збільшуючись із зануренням терас на південь. Комплекс досить водообільний. Дебіти свердловин різні від 0,06 до 3,6 л/сек при пониженнях від 5 м до 48 м.

Коефіцієнти фільтрації пісків невеликі - 0,1-8,13 м/добу. Води солоні з мінералізацією від 3 до 66 г/дм<sup>3</sup>, за хімічним складом хлоридно-натрієві та сульфатно-натрієві. Живлення водоносного горизонту відбувається шляхом проникнення річкових вод та напірних підземних вод понтичних відкладень, що залягають безпосередньо під алювієм терас. З огляду на високу мінералізацію підземні води цього горизонту на території не використовуються.

#### ***Водоносний горизонт середньопліоценових алювіальних відкладень (N<sub>2</sub><sup>2</sup>)***

Поширений на невеликій ділянці заплави р. Дунаю, у південно-західній частині території. У межах площі його розповсюдження у м. Ізмаїл, води цього горизонту використовуються для централізованого водопостачання.

Водовмісними є піски середньо- та крупнозернисті з прошарками гравію та гальки. Потужність їх 16 м.

У покрівлі залягають четвертинні глини, у подошві – понтичні. Підземні води розкриті однією свердловиною у с. Кислиця в пісках, на глибині 35 м. П'єзометр встановився на глибині 0,9 м, дебіт 3,6 л/сек, зниження 19,2 м, коефіцієнт фільтрації пісків 8 м/добу. Води солонуваті з мінералізацією 4,9 г/дм<sup>3</sup>, за хімічним складом хлоридно-натрієві. Водоносний горизонт у межах східної частини досліджуваної площі немає практичного значення.

#### ***Водоносний горизонт відкладень понтичного ярусу (N<sub>2рп</sub>)***

У покрівлі водоносного горизонту залягають глини того ж віку або верхньопліоценові, в подошві також глини понтичні або меотичні. Водовмісними є піски та вапняки потужністю від 0,2 м до 13 м.

На більшій частині площі спостерігаються води з вільною поверхнею, вони занурюються на глибину з півночі на південь, з'являються напори до 40-50 м.

Рівень підземних вод понтичних відкладень залягає на глибинах від 4 м до 21 м, на абсолютних відмітках від *плюс* 2 до *плюс* 70 м. Водоносний горизонт досить водонасичений.

Дебіти свердловин коливаються від 1 до 30 л/сек при пониженнях від 2 м до 5 м, коефіцієнти фільтрації – від 6 до 158 м/добу.

У південних районах при відмітках місцевості, близьких до нуля, свердловини самовиливаються.

Особливо водонасичені відкладення понту в районі Татарбунарської зрошувальної системи. Тут цей водоносний горизонт отримує додаткове живлення за рахунок фільтрації вод із водосховища, збільшуючи свій дебіт (при самовиливі) з 20 до 30 л/сек.

За хімічним складом підземні води понтичного водоносного горизонту переважно сульфатно-натрієві та хлоридно-натрієві. Лише де-не-де на півночі та на заході території зустрічаються гідрокарбонатно-натрієві з мінералізацією 0,6-3 г/дм<sup>3</sup>, на решті площі - від 3 до 30 г/дм<sup>3</sup>. У районі оз. Сасик мінералізація досягає 117 г/дм<sup>3</sup>.

Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок проникнення вод із суглинків, інфільтрації атмосферних опадів по схилах та підтоку поверхневих вод у південній частині оз. Китай, де понтичні відкладення йдуть під рівень води у озері. Стік відбувається в бік балок і на південь у напрямку занурення порід. У районі поширення комплексу пліоценових терас підземні води понту тісно пов'язані з верхньопліоценовими та підживлюють їх.

Підземні води понтичних відкладень мають практичне значення для водопостачання у західній та центральній частинах території. У зв'язку з припливом вод із зрошуваних масивів слід очікувати опріснення та підвищення рівня підземних вод у понтичних відкладеннях.

#### ***Води спородичного розповсюдження відкладень меотичного ярусу (N<sub>1m</sub>)***

Приурочені до окремих лінз та прошарків пісків серед товщі глин. Глибина залягання водоносних лінз та прошарків від 4 м до 90 м. В районі ст. Дзинілор у пісках меотису на глибині 65-70 м було виявлено сульфатно-натрієву воду з мінералізацією 8-10 г/дм<sup>3</sup>. Дебіт свердловин становив 0,2-1 л/сек.

На глибині 60-70 м виявлено хлоридно-натрієві води з мінералізацією 6-7 г/дм<sup>3</sup>. Дебіт 1-2 л/с при пониженнях 35-44 м. Води аналогічного складу, з напорами до 60 м, мабуть, містяться в прошарках та лінзах пісків відкладень меотичного ярусу та на іншій території досліджень. Практичного значення вони не мають.

#### ***Водоносний горизонт відкладень верхньосарматського під'ярусу (N<sub>1s3</sub>)***

Поширений по всій території. Підземні води приурочені до численних прошарків вапняків і скупчень черепашки потужністю від 0,3 м до 13 м при загальній потужності відкладень до 131 м. Водоносні прошарки (за експлуатаційними свердловинами) спостерігаються на різних глибинах від 60 м до 200 м.

У підосві залягають щільні глини верхньо- та середньосарматського віку, у покрівлі – глини верхнього сармату та меотису. Води напірні. Величина напору збільшується на південь від 45 м до 188 м. Рівень підземних вод знаходиться на позначках близько 5 м на півдні. Дебіти свердловин у вапняках коливаються від 0,4 до 32 л/сек при зниженнях 20-85 м. Дещо більш водонасичені прошарки пісків і черепашки. Дебіти свердловин тут зростають до 5 л/сек при пониженнях до 30 м. Коефіцієнт фільтрації 1-76 м/добу. Переважаючі дебіти експлуатаційних свердловин не перевищують 1-1,5 л/сек при пониженнях 25-30 м.

За хімічним складом та мінералізацією води різні. У північній частині території досліджень розвинені води сульфатно-натрієвого та змішаного (складного) складу з мінералізацією до 3 г/дм<sup>3</sup>. На південній частині території є виключно хлоридно-натрієві води з мінералізацією від 3 до 8,5 г/дм<sup>3</sup>.

Живлення водоносного горизонту відбувається поза територією досліджень. Витрата підтоку, орієнтовно підрахована по гідроізоп'єзі плюс 5 м, склала близько 2,3 млн.м<sup>3</sup>/рік, при заборі експлуатаційними свердловинами близько 1,5 млн.м<sup>3</sup>/рік, що дозволяє значно збільшити відбір води без особливої шкоди для основних параметрів горизонту.

#### ***Водоносний горизонт відкладень нижньо-середньосарматських під'ярусів (N1S1-2)***

Поширений по всій території досліджень. Водовмісними є вапняки середнього та нижнього сармату, що розрізняються між собою лише за фауною. У південній частині території, де відкладення нижнього сармату представлені глинами, підземні води приурочені лише до вапняків нижнього сармату. У покрівлі спостерігається пласт щільних зелених глин потужністю від 10 м до 30 м, у підосві залягають глини та щільні різниці доломітизованих вапняків низів нижнього сармату.

Покрівля знаходиться на позначках від *мінус* 130 м на півночі до *мінус* 200 м на півдні.

Водоносний горизонт напірний, величина напору від 40 м до 299 м. Глибина п'єзометричного рівня в свердловинах змінюється від 7 м до 91 м. Водонасиченість водоносного горизонту найчастіше залежить від ступеня тріщинуватості вапняків. Дебіти свердловин коливаються від 0,3 до 10 л/сек. при пониженнях від 0,5 м до 76 м, переважаючі – 2-3 л/сек при пониженнях 20-30 м. Коефіцієнти фільтрації вапняків змінюються від 0,3 до 8,2 м/добу.

За хімічним складом та мінералізацією підземних вод горизонту вся площа його поширення різко ділиться на дві частини: північно-західну (меншу) з водами гідрокарбонатно-натрієвого типу та мінералізацією від 1,6 до 3 г/дм<sup>3</sup> та іншу – з водами



хлоридно-натрієвого типу та мінералізацією від 3 до 14 г/дм<sup>3</sup>. Характерною є наявність у водах сірководню, вміст якого досягає у північно-східній частині території 80 г/дм<sup>3</sup>. Напрямок стоку - з півночі на південь. Більшість водоносного горизонту перебуває у зоні з утрудненим водообміном.

З метою водопостачання підземні води середньо-нижньосарматських відкладень на досліджуваній території не використовуються.

#### ***Водоносний комплекс відкладень палеогенової системи (Р)***

Відкладення палеогену немає поширення лише з вузької смуги вздовж долини р. Дунаю. Підземні води палеогенових відкладень розкриті та випробувані свердловиною у східній частині території. Вони зустрінуті в інтервалі 514,7 - 590 м, на позначці мінус 503м.

Водовмісними є алевроліти, піски та тріщинуваті мергелі. У покрівлі залягають глини палеогену або маячкінської свити, в підшві – також глини і щільні різниці мергелів палеогену, верхньокрейдяна пісча крейда, глини нижньої крейди і строкаті глини юри.

Води напірні, величина напору доходить до 517 м. П'єзометричний рівень встановився на 2,3 м вище за гирло свердловини. Дебіт свердловини – 5 л/сек при зниженні на 20 м. Води солоні, хлоридно-натрієвого типу з мінералізацією 10,2 г/дм<sup>3</sup>. У водах міститься бром до 21,3 мг/дм<sup>3</sup> та бор – 36 г/дм<sup>3</sup>. Мабуть, води аналогічного складу містяться у відкладеннях палеогенової системи на іншій площі її розповсюдження. Для практичних цілей підземні води палеогенових відкладень нині не використовуються

#### **Гідрогеологічне районування**

Як впливає з опису водоносних горизонтів, поширених на площі досліджуваної території, основні водоносні горизонти, що практично використовуються, приурочені до відкладень сарматського ярусу. На окремих ділянках можна використовувати понтичний водоносний горизонт [72].

Враховуючи можливість використання підземних вод для цілей водопостачання, на території досліджень виділяються 2 райони:

1. Район можливого використання підземних вод сарматських відкладень (знаходиться на півночі від району запланованих досліджень).

2. Район, який не має підземних вод, придатних для питного водопостачання.

Територія запланованих досліджень належить до другого району, де наявні водоносні горизонти містять сильно солоні води та розсоли. Лише на деяких невеликих ділянках можливе використання дрібними споживачами підземних вод понтичних відкладень [73-75]. Водопостачання здійснюється за рахунок поверхневих вод із озер Катлабух, Китай та водосховищ, а також за рахунок вод р. Дунай.

### **Гідрогеологічні закономірності, умови формування та режим підземних вод**

Територія досліджень розташована у напіваридній кліматичній зоні. Кількість атмосферних опадів не перевищує 350 мм на рік, випаровування сягає 1100 мм на рік. Великий вплив на формування хімічного складу підземних вод має Чорне море, численні лимани та річка Дунай. Для підземних вод усієї площі характерно збільшення мінералізації з глибиною та у напрямку на південь.

За умовами залягання та положення підземних вод щодо базису ерозії виділяються три зони.

**1. Зона активного водообміну (верхня)** поширена від поверхні до глибини 50-80 м. До неї відносяться всі ґрунтові води та води понтичних, пліоценових та меотичних відкладень.

Води верхньої зони залягають вище базису ерозії і дренуються схилами долин річок, в балках і ярах. Підземні води схильні до сильного впливу кліматичних факторів і впливу поверхневих вод, що інфільтруються.

Область живлення підземних вод верхньої зони збігається з областю поширення. Рух їх відбувається на південь і від вододілів до дрен.

Живлення підземних вод верхньої зони здійснюється шляхом інфільтрації атмосферних опадів та проникнення поверхневих вод під час паводків, а також зі схилів та зрошуваних масивів. В умовах на водороздільних ділянках й у витоках долин формуються прісні води гідрокарбонатно-натрієвого складу з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup>. При русі їх на південь або до найближчої дрени за рахунок вилуговування солей і сильних процесів випаровування хімічний склад стає більш складним, сульфатно-натрієвим, водночас мінералізація збільшується до 5-10 г/дм<sup>3</sup>.

Підземні води понтичних відкладень загалом підпорядковуються загальним закономірностям. Однак, на прибережних ділянках поблизу солоних лиманів на формування їх складу мають великий вплив солоні відкладення дна лиману та самі солоні води лиману. На цих ділянках формуються азональні хлоридно-натрієві води з мінералізацією від 30 до 117 г/дм<sup>3</sup>.

У межах заплави та надзаплавних терас р. Дунай формуються води строкатого хімічного складу, але з величезним переважанням сульфатно-натрієвих з мінералізацією від 0,5 до 10 г/дм<sup>3</sup>. На формування хімічного складу тут надає вирішальний вплив два фактори:

- 1) Близьке стояння дзеркала ґрунтових вод до поверхні та висока величина випаровування призводять до накопичення солей, тобто, до збільшення мінералізації.
- 2) Затоплення паводковими водами заплави та частково надзаплавних терас призводить до промивання порід та опріснення вод.

У пліоценових відкладеннях терас Дунаю формуються води сульфатно-натрієвого та сульфатно-хлоридно-натрієво-магнієвого складів з мінералізацією від 5 до 18 г/дм<sup>3</sup>. Це пояснюється тим, що пліоценові тераси на схід занурюються на велику глибину і що в них ще збереглися реліктові морські води численних трансгресій четвертинного часу.

У верхній частині заплавлених, лиманно-морських та водороздільних відкладень часто формуються лінзи прісних вод гідрокарбонатно-натрієвого складу з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup>. Це пояснюється проникненням або поверхневих вод, або атмосферних опадів, які якби плавають на більш мінералізованих водах. Такі лінзи зазвичай недовговічні і за посиленої їх експлуатації часто відбувається заміщення прісних вод солоними.

Режим підземних вод верхньої зони характеризується різкими та швидкими змінами хімічного складу, мінералізації та рівнів як за площею, так і в часі.

**2. Зона утрудненого водообміну** включає підземні води сарматських відкладень, що залягають на глибинах 50-120 до 300 м. Це напірні міжпластові води Причорноморського артезіанського басейну ізольовані від поверхні. Напрямок стоку на південь, область живлення знаходиться далеко на північ, область розвантаження, можливо, розташовується в південній частині.

На формування хімічного складу та режим цих вод основний вплив надає хімічний склад водовмісних порід та глибина їх залягання. За хімічним складом водомісткі породи всіх трьох під'ярусів однакові, карбонатні (вапняки, вапняні піски, скупчення черепашки). Глибина залягання збільшується у південному напрямку.

У північній частині формуються води гідрокарбонатно-сульфатно-натрієвого складу з мінералізацією від 2 до 3 г/дм<sup>3</sup>. На південь, із зануренням порід, склад змінюється на хлоридно-натрієвий з мінералізацією до 10-14 г/дм<sup>3</sup>.

Режим рівнів, хімічного складу та мінералізації підземних вод середньосарматського водоносного горизонту досить стабільний. Рівні води верхньосарматських відкладень у районах інтенсивної експлуатації мають тенденцію до зниження.

У газовому складі середньо-нижньосарматських вод виявлено сірководень у кількості до 80 г/дм<sup>3</sup>.

**3. Зона застійних вод** (нижня) знаходиться на глибинах понад 350 м на півночі та понад 140 м на півдні. До неї відносяться підземні води палеогенових, крейдових та юрських відкладень. Водоносні комплекси із уповільненим водообміном ізольовані від поверхні та залягають на великих глибинах. У цих умовах формуються солоні води хлоридно-натрієвого складу з мінералізацією від 10 до 113 г/дм<sup>3</sup>. Судячи з підвищеного вмісту бору, бромю та йоду, мабуть, тут зберігаються реліктові води колишніх морських

басейнів. Режим підземних вод є стабільним. Спостерігалася присутність метану у палеогеновому водоносному комплексі.

Термічний режим підземних вод для перших двох зон приблизно однаковий. Усі вони відносяться до хлоридних із температурою до *плюс* 20°C. Води нижньої зони мають більш високу температуру – до *плюс* 34,5°C і відносяться до теплих.

Наявність мікроелементів відома для підземних вод двох верхніх зон: вміст *міді* коливається від 10 до 100 мкг/л, за фонового – 1-4; *нікелю* - від 7 до 100 мкг/л, за фонового 1 мкг/л; *цинку* - до 300 мкг/л, при фоновому 30 мкг/л; *свинцю* - від 1 до 5 мкг/л, *кобальту* - від слідів до 2 мкг/л, *хрому* - від слідів до 20 мкг/л, *ванадію* та *циркону* - від слідів до 20 мкг/л [62].

### **Захищеність підземних вод**

В залежності від геологічної будови території та наявності чи відсутності водотривів необхідної потужності в геологічному розрізі, підземні води відносяться або до захищених, або до незахищених від забруднення.

В нашому випадку, згідно з геологічною будовою території досліджень, яка включає лівобережжя Кілійського рукава, існують два регіональні водотриви [72].

*Перший регіонально-витриманий водотрив*, який розділяє водоносні горизонти в еолово-делювіальних суглинках та в вапняках і пісках понтичного ярусу, відноситься до відкладень середньо-верхнього пліоцену ( $N_2^{2-3}$ ) і представлений червоно-бурими щільними, жирними глинами потужністю 2-8 м.

*Другий регіональний водотрив*, який відділяє напірні води верхньосарматських відкладень від вищезалягаючих водоносних горизонтів, представлений щільними глинами меотису ( $N_{1m}$ ), потужність яких складає 77 м.

Таким чином, водотриви достатньої потужності в зоні аерації відсутні, тобто, *грунтові води незахищені* від поверхневого забруднення (рисунки. 4.10 а,б, 4.11).

При цьому неосновні *міжпластові водоносні горизонти*, які залягають вище меотичного ярусу, в залежності від потужності водотривких порід, відносяться до *умовно захищених* (рисунки 4.10 а,б, 4.11), тобто, в випадку їх забруднення існує потенційна загроза забруднення річкової води в Кілійському рукаві.

До *захищених* відноситься водоносний горизонт *верхньосарматських* ( $N_{1s^3}$ ) відкладень, який перекривається потужною товщею меотичних глин.

Така ситуація свідчить про необхідність проведення польових гідрогеологічних досліджень для оцінки сучасного екологічного стану ґрунтових та міжпластових підземних вод, що дреноються р. Дунай.

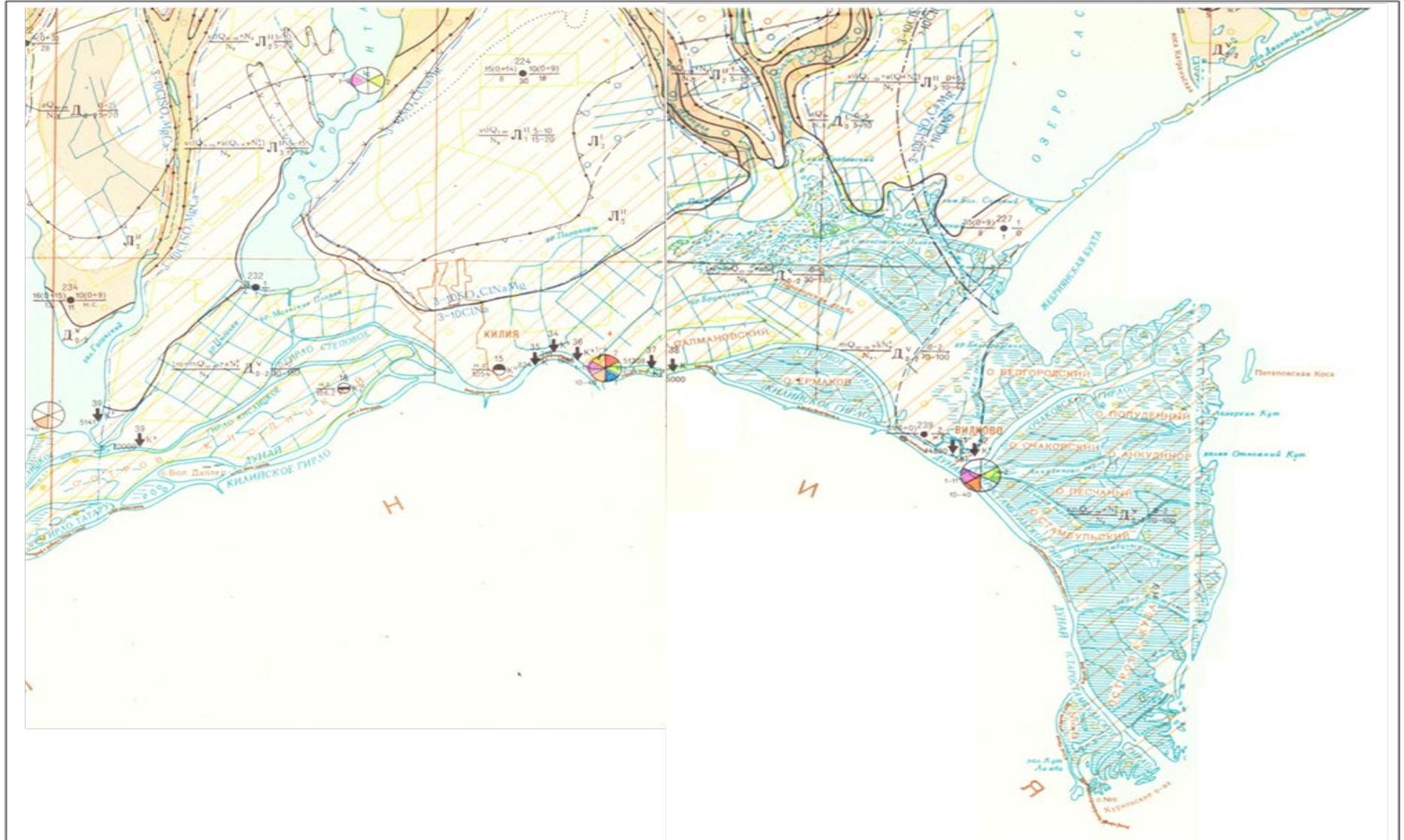


Рисунок 4.10 а – Карта захищеності підземних вод району досліджень













Рисунок 4.10 б – Карта захищеності підземних вод району досліджень

Умовні позначення до карти:

**Ґрунтові води**

*Водоносні горизонти та комплекси*

*Незахищені*








Основні	Неосновні	
		Алювіально-делювіальних сучасних ( $adQ_{IV}$ ); алювіальних верхньочетвертинних і сучасних ( $aQ_{III-N}$ ); алювіальних нижньо-середньочетвертинних і еолово-делювіальних середньо-верхньочетвертинних ( $aQ_{I-II} + vdQ_{II-III}$ ) відкладень.
		Еолово-делювіальних нижньо-верхньочетвертинних лесових ( $vdQ_{I-II}$ ) відкладень. Супинки, легкі, середні, важкі.
		Алювіальних верхньопліоценових і нижньо-середньочетвертинних і еолово-делювіальних середньо-верхньочетвертинних лесових ( $a(N_2^3 + Q_{I-II}) + vdQ_{II-III}$ ) відкладень. Піски, супіски, супинки, алеврити, гравій, галька.
		Алювіальних верхньопліоценових і лиманно-морських верхньочетвертинних і сучасних ( $aN_2^3 + lm - mQ_{III-N}$ ) або алювіально-морських верхньочетвертинних і сучасних ( $aN_2^3 + amQ_{III-N}$ ) або морських верхньочетвертинних і сучасних ( $aN_2^3 + mQ_{III-N}$ ) відкладень. Піски, супіски, алеврити, гравій, галька, мули.
		Нерозчленованих пліоценових, алювіальних нижньо-середньочетвертинних і еолово-делювіальних середньо-верхньочетвертинних лесових ( $N_2 + aQ_{I-II} + vdQ_{II-III}$ ) відкладень. Піски, вапняки, алеврити, супіски, супинки, гравій, галька.
		Сарматських і алювіально-делювіальних сучасних ( $N_1s + adQ_{IV}$ ) або алювіальних відкладень. Піски, вапняки, мергелі, супіски, гравій, галька.

**Міжпластові води**

*Водоносні горизонти та комплекси*

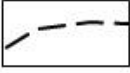
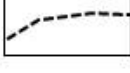
*Захищені*

*Умовно захищені*

Основні	Неосновні	Основні	Неосновні	
				Алювіальних верхньопліоценових відкладень ( $aN_2^3$ ). Піски.
				Нерозчленованих пліоценових (новоросійських - $N_{2IV}$ , кімерійських - $N_{2K}$ , кузьницьких - $N_{2KJ}$ , поратських - $N_{2P}$ ) відкладень. Піски, вапняки, алеврити, супіски.
				Сарматських відкладень ( $N_1s$ ). Піски, вапняки, мергелі, алеврити.
				Тріасових відкладень ( $T$ ). Вапняки з прошарками доломітів.

*Примітка: на карті вказана захищеність першого від поверхні водоносного горизонту (комплексу)*

**Геолого-стратиграфічна будова морфоскульптур**

	Границя ділянок з різною геолого-стратиграфічною будовою товщі порід до першого водотриву в межах окремих морфоскульптур або терас річкових долин.
	Границя ділянок з різною потужністю порід зони аерації в межах окремих морфоскульптур або терас річкових долин.

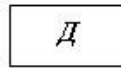
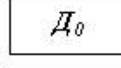
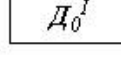
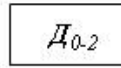
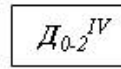
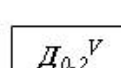

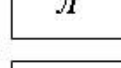
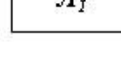
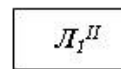
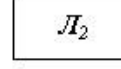
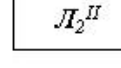
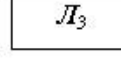
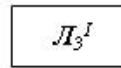
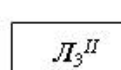
В середині – індекс морфоскульптури (ділянки);  
 ліворуч у чисельнику – вік і генезис (для четвертинних) відкладень до першого водотриву, у знаменнику – міжпластового водоносного горизонту,  
 $\frac{vdQ_{I-III}}{N_2}$   $\Pi_1$   $\Pi_2$  2-5  
 праворуч у чисельнику – потужність порід зони аерації, м,  
 у знаменнику – потужність порід до першого водотриву, м

Умовні позначення до карти:

**МЕЖІ ТА ІНДЕКСИ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ І ДЕЯКИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

	- межі річкових долин;		- межі морфоскульптур;		- межі ділянок;
	- межі терас річкових долин;		- межі Дунай-Дністровських похованих нижньо-середньочетвертинних терас.		

*Примітка: Межі морфоскульптур співпадають з межами гідргеологічних регіонів*

	- <b>Акумулятивні алювіальні рівнини долини річок та великих балок на різних за віком і літологічним складом породах</b>
	- <b>Заплави малих річок і днища балок, які складені сучасними:</b>
	- алювіально-делювіальними піщано-суглинистими відкладеннями, які залягають на меотіс-сарматських глинах, які підстиляються сарматськими карбонатними породами (в межах річних басейнів 2.1; 3.2; 4.1; 9);
	- <b>Алювіальні рівнини заплави і І – ІІ надзаплавних терас, складені сучасними та верхньочетвертинними:</b>
	- лиманно-морськими та верхньопліоценовими піщано-мулистими й глинистими відкладеннями, які залягають на тріасових глинах, які підстиляються тріасовими вапняками з прошарками доломітів (в межах долини р. Дунай);
	- лиманно-морськими, алювіально-морськими або морськими та верхньопліоценовими алювіальними піщано-мулистими відкладеннями, які залягають на пліоценових глинах, які підстиляються пліоценовими глинисто-карбонатними породами (в межах долини р. Дунай);
	- <b>Низинна рівнина Причорноморської западини на неогеновій основі</b>
	- <b>Акумулятивно-денудаційні розчленовані Дунай-Дністровська та Дністровсько-Буська лесоподібні рівнини, які складені еолово-делювіальними нижньо-верхньочетвертинними суглинками, які залягають на червоно-бурих глинах, які підстиляються:</b>
	- пліоценовими нерозчленованими піщано-глинистими й карбонатними відкладеннями;
	- <b>Схили рівнини (червоно-бурі глини відсутні), прикриті еолово-делювіальними або делювіальними четвертинними й сучасними відкладеннями, які складені:</b>
	- нерозчленованими пліоценовими піщано-глинистими й карбонатними відкладеннями на меотіс-сарматських глинах, які підстиляються сарматськими карбонатними породами;
	- <b>Лесова рівнина в межах Дунай-Дністровських похованих нижньо-середньочетвертинних терас, які складені еолово-делювіальними середньо-верхньочетвертинними й алювіальними нижньо-середньочетвертинними:</b>
	- суглинками, супісками й пісками, які залягають на червоно-бурих пліоцен-четвертинних глинах, які підстиляються пліоценовими піщано-карбонатними відкладеннями;
	- та верхньопліоценовими суглинками, супісками й пісками, які залягають на пліоценових глинах, які підстиляються пліоценовими піщано-карбонатними відкладами;
	- та пліоценовими суглинками, супісками, пісками й вапняками, які залягають на меотіс-сарматських глинах, які підстиляються сарматськими вапняками;



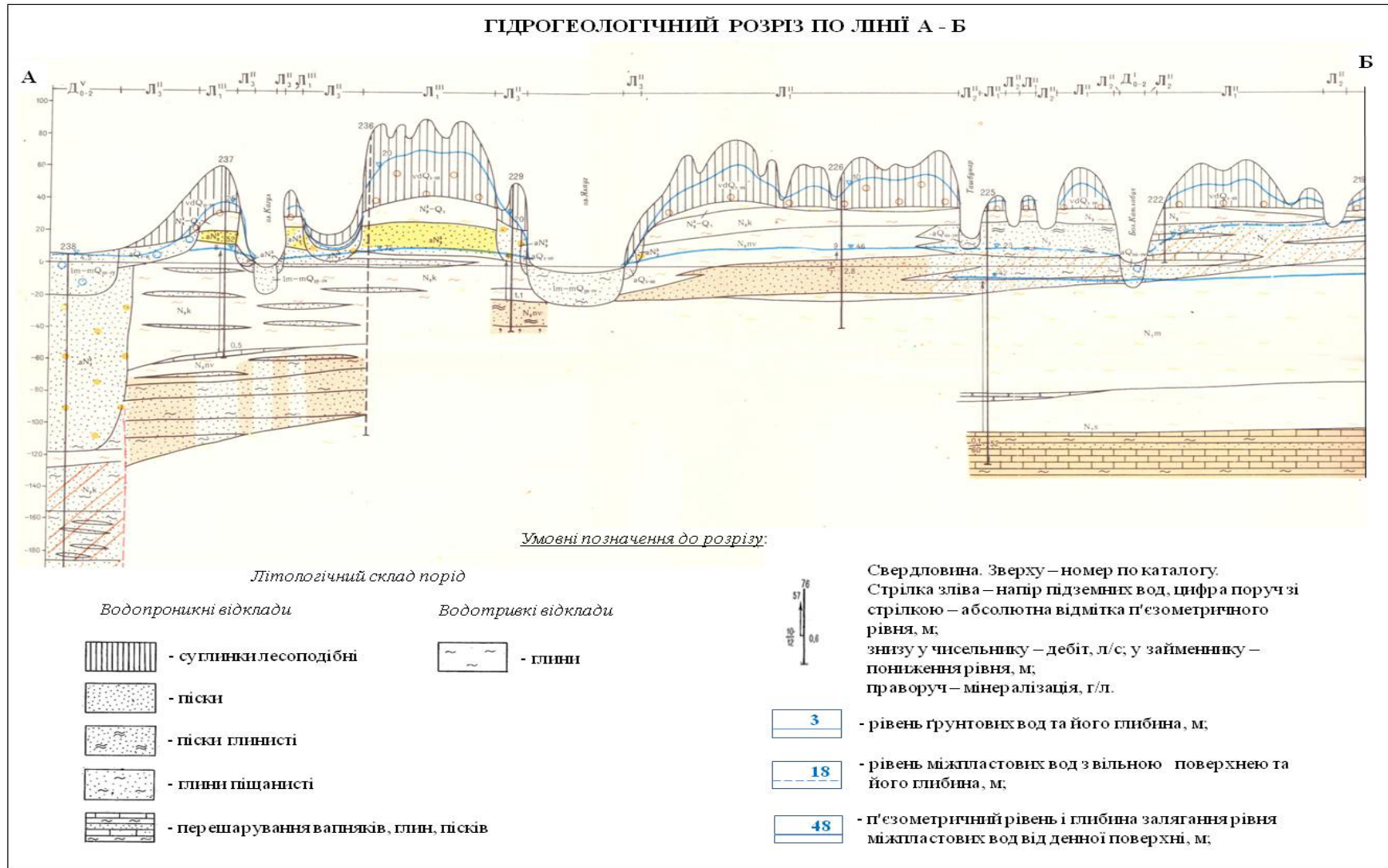


Рисунок 4.11 – Гідрогеологічний розріз району досліджень

Умовні позначення до карти:

**Перший від поверхні водотрив**

Контур розповсюдження	Ізопахіта, м	
	10	Верхньопліocen – нижньочетвертинні червоно-бурі глини.
	3-10	Нижньо-середньопліocenові (новоросійські й кімерійські) глини.
	10-60	Тріасові глини.

**Мінералізація і хімічний склад**

	Границя розповсюдження підземних вод водоносного горизонту четвертинних відкладень з мінералізацією більше 1,5 г/дм <sup>3</sup> .
	Границя розповсюдження підземних вод водоносного горизонту пліocenових відкладень з мінералізацією більше 1,5 г/дм <sup>3</sup> .
	У розриві границі розповсюдження підземних вод (зліва – на право): мінералізація, г/дм <sup>3</sup> ; тип хімічного складу вод (HCO <sub>3</sub> – гідрокарбонатний, SO <sub>4</sub> – сульфатний, Cl – хлоридний, Na – натрієвий, Ca – кальцієвий, Mg – магнієвий).
	Границі ділянок розповсюдження безводних порід на першому місцевому водотриві.

**Потенційні джерела забруднення підземних вод**

$\frac{\text{н.с.}}{237}$	Поля фільтрації господарсько-побутових стічних вод. Зверху – номер по каталогу, ліворуч у чисельнику – площа, км <sup>2</sup> , у знаменнику – кількість стічних вод, які подаються (тис.м <sup>3</sup> /рік); праворуч – умовний індекс забруднюючого комплексу інгредієнтів.
$\frac{\text{н.с.}}{186.2}$	Поля фільтрації стічних вод промислових та тваринницьких комплексів. Зверху – номер по каталогу, ліворуч у чисельнику – площа, км <sup>2</sup> , у знаменнику – кількість стічних вод, які подаються (тис.м <sup>3</sup> /рік); праворуч – умовний індекс забруднюючого комплексу інгредієнтів.
$\frac{47}{105}$	Місця скиду забруднених стічних вод у поверхневі водойми. Зверху – номер по каталогу, ліворуч – кількість стічних вод, які скидаються (тис.м <sup>3</sup> /рік); праворуч – умовний індекс забруднюючого комплексу інгредієнтів.

**Встановлене забруднення підземних вод на водозаборах**

$\frac{23}{N_3^1}$	Грунтовий тип водозабору. Пестицидне забруднення. Зверху – номер водозабору, ліворуч – геологічний індекс порід водоносного горизонту, праворуч – кількість вод, що відбираються (м <sup>3</sup> /добу).
--------------------	--

**Забруднення поверхневих вод**

Фенольне забруднення,	Амлачне забруднення,	забруднення,
СПАР ;	Нітритне забруднення,	Залізне забруднення,

Примітка: Цифра вказує, в скільки разів максимальний вміст забруднюючого компонента перевищує ГДК

**Сценарій формування режиму підземних і поверхневих вод в умовах їх взаємозв'язку і взаємовпливу**

Враховуючи геологічну будову, фізико-географічні та гідролого-гідргеологічні умови на території досліджень в межах лівобережжя Кілійського рукава, з урахуванням міграції лінії берегового регулювання та сезонної зміни кліматичних факторів впродовж гідрологічного

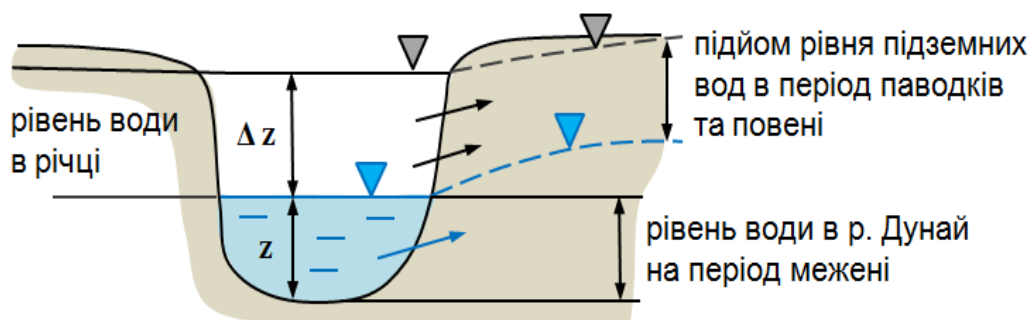
року, в залежності від меженого чи паводкового періодів, сценарій формування режиму поверхневих вод Кілійського рукава (р. Дунай) та взаємопов'язаних з ними підземних вод, а, отже, і взаємовпливу, буде мати наступний вигляд.

***В умовах весняно-літньої повені та осінньо-зимових паводків***

Напрямок руху підземних вод співпадає з уклоном поверхні їх рівня. Він не є постійним і змінюється в залежності від умов живлення і дренажу водоносного горизонту – під час межени річка дренажує підземні води, і їх рух направлений в бік її русла. В період паводків і повені річка живить водоносні горизонти і потік підземних вод змінює свій напрямок на протилежний.

У Кілійському рукаві в період весняної повені і дощових паводків взаємозв'язок підземних (грунтових і міжпластових) та поверхневих вод р. Дунай відбувається в підпертому режимі, тобто, річка живить водоносні горизонти і потік підземних вод не розвантажується в її русло (рисунки 4.12 а).

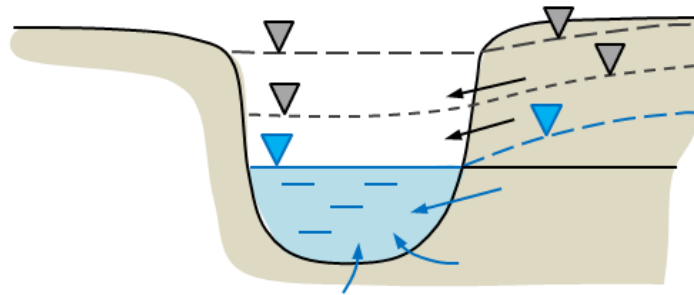
В цей період відбувається опріснення підземних вод на площі заплави Кілійського рукава.



**Рисунок 4.12 а – Особливості формування умов взаємозв'язку підземних та поверхневих вод в р. Дунай в період паводків та повені**

При цьому на території вздовж лінії берегового регулювання формується фронт прісних, і, враховуючи їх незахищеність, як правило, забруднених підземних вод, хімічний склад яких залежить від наявності на відповідній території джерел техногенного забруднення – техногенних факторів впливу.

На кінець повені при спаді рівнів води в Кілійському рукаві, в результаті його дренажних властивостей, відбувається розвантаження потоку підземних вод з українського лівобережжя (в основному, це боковий приток) та зниження залягання рівня ґрунтових вод в зоні дренажної дії річки (рисунки 4.12 б).



**Рисунок 4.12 б – Особливості формування умов взаємозв'язку підземних та поверхневих вод в період спаду рівнів води в р. Дунай**

При цьому з підземним потоком можуть надходити забруднюючі речовини, викликаючи забруднення річкових вод.

Така ситуація свідчить про необхідність проведення розрахунків щодо оцінки стану підземних і поверхневих вод в період повіддя з метою визначення частки (долі) привнесення забруднюючих речовин в річкові води і прогнозу можливої зміни їх хімічного складу та якості в умовах спаду високої води.

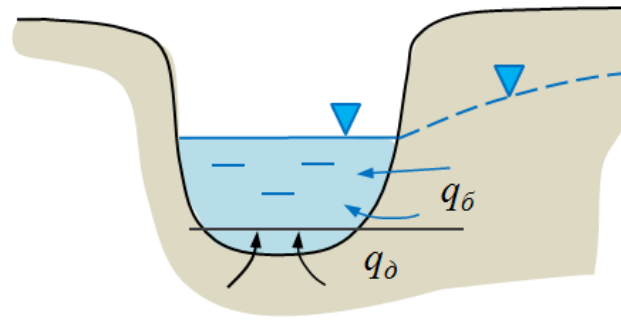
***В умовах літньої та осінньо-зимової межені***

Під час межені річка дренує підземні води, внаслідок чого їх рух спрямовано в бік її русла. В межений період надходження підземних вод в р. Дунай відбувається як з боковим притоком ( $q_6$ ), так і з притоком через дно ( $q_d$ ) (рис. 4.13).

При цьому, в зв'язку з наявністю мулових донних відкладень, приток через дно річки може відбуватися дещо в ускладненому режимі.

В умовах днопоглиблювальних робіт буде зменшуватися потужність донних відкладень і можлива активізація притоку підземних вод через дно. Крім того, можливе падіння рівнів підземних вод в зоні дренуючого впливу річки, а в залежності від їх хімічного складу, можлива зміна гідрохімічного режиму поверхневих вод в Кілійському рукаві.

Для меженого періоду з метою оцінки сучасного стану підземних вод та взаємопов'язаних з ними поверхневих вод і прогнозу їх зміни в умовах реалізації діяльності, що планується, для вибору розрахункового періоду проведений аналіз щодо встановлення гідрохімічного режиму підземних і поверхневих вод на території виділеного регіону (Ізмаїльський Чатал - Вилкове).






-  - рівень води в річці та рівень підземних вод
-  -  $q_b$  – боковий приток підземних вод
-  -  $q_d$  – приток підземних вод через дно річки

Рисунок 4.13 – Особливості дренажу підземних вод в період межні

#### 4.6 Стан повітря

Забруднення атмосферного повітря під час проведення планованої діяльності **не передбачається**.

Стационарні джерела викидів відсутні. Можливими джерелами впливу на повітряне середовище є місця дислокації будівельних машин, механізмів та плавзасобів вздовж морського підхідного каналу, рукавів Бистрий, Старостамбульський, Кілійський (на ділянці Вилкове - Ізмаїльський Чатал, 20,5 – 116 км); р. Дунай (на ділянці Ізмаїльський Чатал – Рені, 116,0 – 170,36 км) в будівельний період та при проведенні експлуатаційних днопоглиблювальних робіт; місця пересування плавзасобів при транспортуванні ґрунтів днопоглиблення з району морського підхідного каналу до морського підводного відвалу та траса проходження транзитних суден в період експлуатації.

Викиди від експлуатації плавзасобів та спеціальної будівельної техніки, які викидаються в атмосферне повітря є неорганізовані та виконуються за виробничої необхідності. Концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично-допустимі нормативи.

#### 4.7 Кліматичні фактори

Негативних впливів на кліматичні фактори, у тому числі зміну клімату та викиди парникових газів, **не передбачається**. Змін мікроклімату в результаті планованої діяльності не очікується, оскільки в результаті експлуатації об'єкту відсутні виділення теплоти, інертних

газів, вологи. Особливості кліматичних умов, які сприяють зростанню інтенсивності впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, відсутні. Планована діяльність не вплине на інтенсивність падаючої сонячної радіації, температуру, швидкість вітру, вологість, атмосферні інверсії, тривалість туманних періодів та інші фактори. Особливості кліматичних умов, які сприяють зростанню інтенсивності впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, відсутні.

#### 4.8 Об'єкти природно-заповідного фонду та території, які мають особливе природоохоронне значення

##### *Об'єкти природно-заповідного фонду*

**Можливий незначний вплив** на об'єкти природно-заповідного фонду та території, які мають особливе природоохоронне значення внаслідок виконання будівельних та експлуатаційних робіт з розчищення бару гирла Бистре та поглиблення русла Кілійського та Старостамбульського рукавів, а також завдяки інтенсифікації руху водного транспорту.

Відповідно до інформації, розташованої на сайті Департаменту екології та природних ресурсів Одеської області (<https://ecology.od.gov.ua/perelik-terytorij-ta-obyektiv/>), в Ізмаїльському районі Одеської області знаходяться наступні території та об'єкти природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення (таблиця 4.22).

**Таблиця 4.22 – Перелік територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення (станом на 01.01.2021 року)**

№	Назва об'єкта ПЗФ	Площа, га	Адміністративне розміщення та місцезнаходження об'єкта ПЗФ	Назва установи – землекористувача (землевласника), у віданні якого знаходиться об'єкт ПЗФ	Постанова, рішення, згідно якої створено (оголошено) даний об'єкт ПЗФ
<b>Території та об'єкти ПЗФ загальнодержавного значення</b>					
<b>Біосферні заповідники</b>					
1.	Дунайський біосферний заповідник	51547,90	Ізмаїльський та Білгород-Дністровський (Кілійський та Татарбунарський) райони	НАН України	Укази Президента України від 10.08.1998 №861/98, від 02.02.2004 №117/2004
<b>Заказники</b>					
1.	"Острів Зміїний"	232,00	Ізмаїльський (Кілійський) район, о. Зміїний	Одеське обласне комунальне підприємство «Острівне»	Указ Президента України від 09.12.1998 №1341/98

2.	"Озеро Картал"	2141,20	Ізмаїльський (Ренійський) район, за межами сіл Орлівка та Новосільське	Ренійська районна державна даміністрація Орлівська сільська рада Ренійськго р-ну	Указ Президента України від 10.09.2019 №679/2019
3.	"Озеро Кагул"	1411,00	Ізмаїльський (Ренійський) район, за межами сіл Орлівка, Нагірне та міста Рені	Ренійська районна державна даміністрація	Указ Президента України від 10.09.2019 №679/2019
<b>Території та об'єкти ПЗФ місцевого значення</b>					
<b>Регіональні ландшафтні парки</b>					
1.	"Ізмаїльські острови"	1366,00	Ізмаїльський район, острови дельти Кілійського гирла р. Дунай: Татару, Великий Даллер, Малий Даллер	ДП "Ізмаїльське лісове господарство"	Рішення Одеської обласної ради народних депутатів від 01.10.1993 №496-XXI
<b>Заказники</b>					
1.	"Лунг"	1452,85	Ізмаїльський район, Саф'янська сільська територіальна громада (Старонекрасівська, Багатянська, Кислицька сільські ради)	Аграрний рибогосподарський кооператив "Придунайська нива"	Рішення Одеської обласної ради від 09.02.2001 №263-XXIII, від 29.12.2004 №551-IV
2.	"Баранівський ліс"	163,00	Ізмаїльський район, Ізмаїльська міська територіальна громада, м. Ізмаїл, Ізмаїльське лісництво, кв. 13-17, урочище "Баранівка"	ДП "Ізмаїльське лісове господарство"	Рішення Одеської обласної ради від 20.03.2009 №799-V
3.	"Ліски"	107,00	Ізмаїльський (Кілійський) район, Вилківська міська територіальна громада (Вилківська міська рада), Вилківське лісництво, кв. 7, д. 1-18	ДП "Ізмаїльське лісове господарство"	Рішення виконкому Одеської обласної ради народних депутатів від 29.12.1978 №742, від 01.10.1993 №496-XXI
<b>Парки – пам'ятки садово-паркового мистецтва</b>					
1.	"Міський сад"	1,50	Ізмаїльський район, Ізмаїльська міська територіальна громада, м. Ізмаїл, просп. Суворова	Управління житлово-комунального господарства Ізмаїльської міської ради	Рішення виконкому Одеської обл. ради депутатів трудящих від 18.05.1972 №234, рішення виконкому Одеської обл. ради народних депутатів від 02.10.1984 №493, рішення Одеської обласної ради від 20.03.2009 №802-V



Дані об'єкти позначені також на схемі формування екологічної мережі Одеської області, затвердженій рішенням Одеської обласної ради від 20.05.2011 № 136-VI (рис. 4.14).

Екомережа - єдина територіальна система, яка утворюється з метою поліпшення умов для формування та відновлення довкілля, підвищення природно-ресурсного потенціалу території України, збереження ландшафтного та біорізноманіття, місць оселення та зростання цінних видів тваринного і рослинного світу, генетичного фонду, шляхів міграції тварин через поєднання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, а також інших територій, які мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища і відповідно до законів та міжнародних зобов'язань України підлягають особливій охороні.

### ***Об'єкти Смарагдової мережі***

Місце провадження планованої діяльності знаходиться поруч з Смарагдовою мережею Європи (рис. 4.15). Метою створення Смарагдової мережі Європи є збереження природної фауни, флори та оселищ. Вона була ініційована та координується Бернською конвенцією (1979). Смарагдова мережа має переважно ті самі основи формування, що й НАТУРА 2000, але діє за межами Європейського Союзу, розвиваючи загальноєвропейський підхід щодо охорони типів природних оселищ. Наразі Європейський Союз сприяє, в тому числі фінансово, розвитку механізмів охорони природних оселищ та визначенню спеціальних природоохоронних територій (ASCI) Смарагдової мережі. Об'єкти в межах Смарагдової мережі разом із територіями НАТУРА 2000 становлять ядро Загальноєвропейської екологічної мережі (PanEuropean Ecological Network (PEEN)), яка також підтримується Бернською конвенцією. Держави – члени Європейського Союзу виконують вимоги Бернської конвенції шляхом розвитку мережі НАТУРА 2000, а території особливої охорони НАТУРА 2000 відповідають територіям особливого природоохоронного значення Смарагдової мережі.

Сьогодні мережа Emerald (Смарагдова мережа) функціонує в більшості європейських країн. Утім, у країнах-членах ЄС мережа має назву Natura 2000, а в країнах, які не є членами ЄС, – мережа Emerald. Мережа Natura 2000 ідентична до Смарагдової мережі Emerald в усьому, окрім аспекту членства в Європейському Союзі.



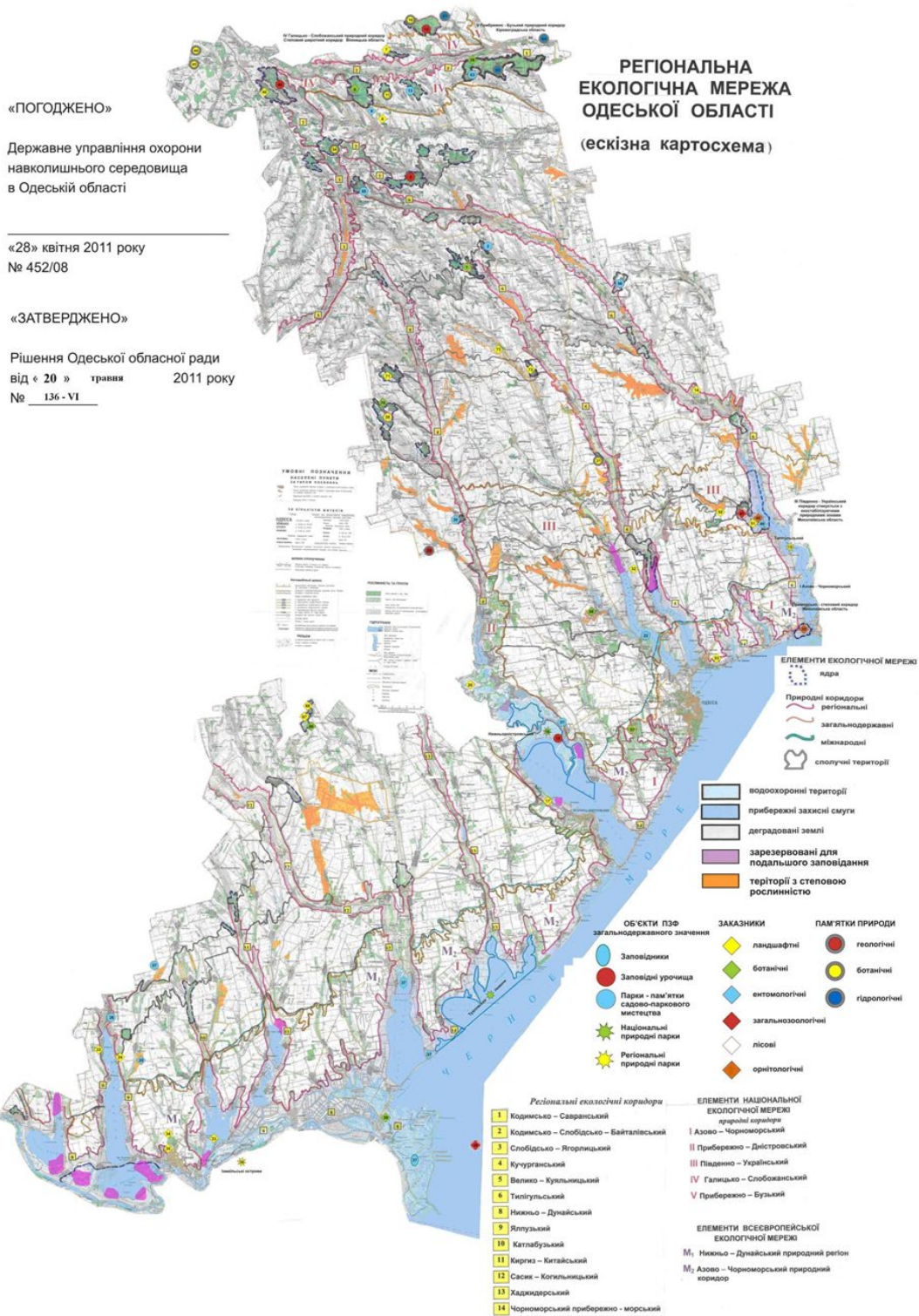
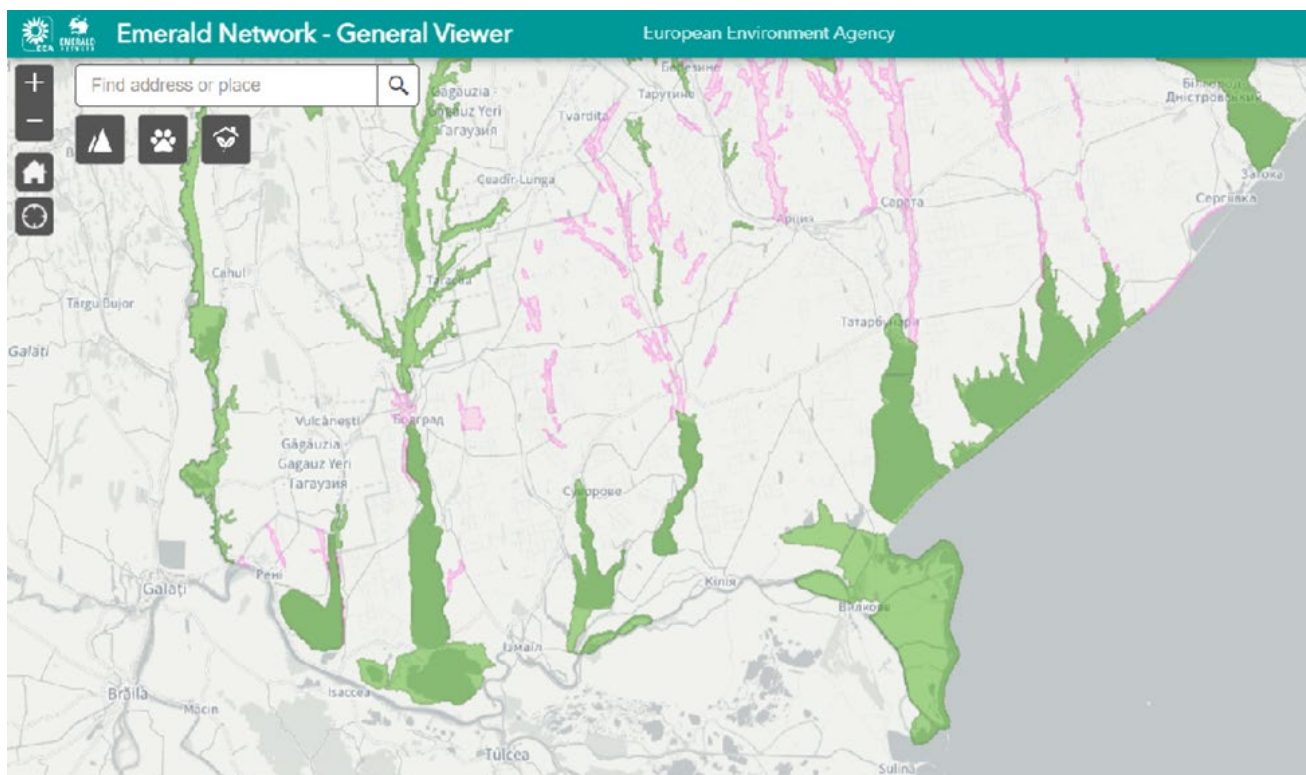
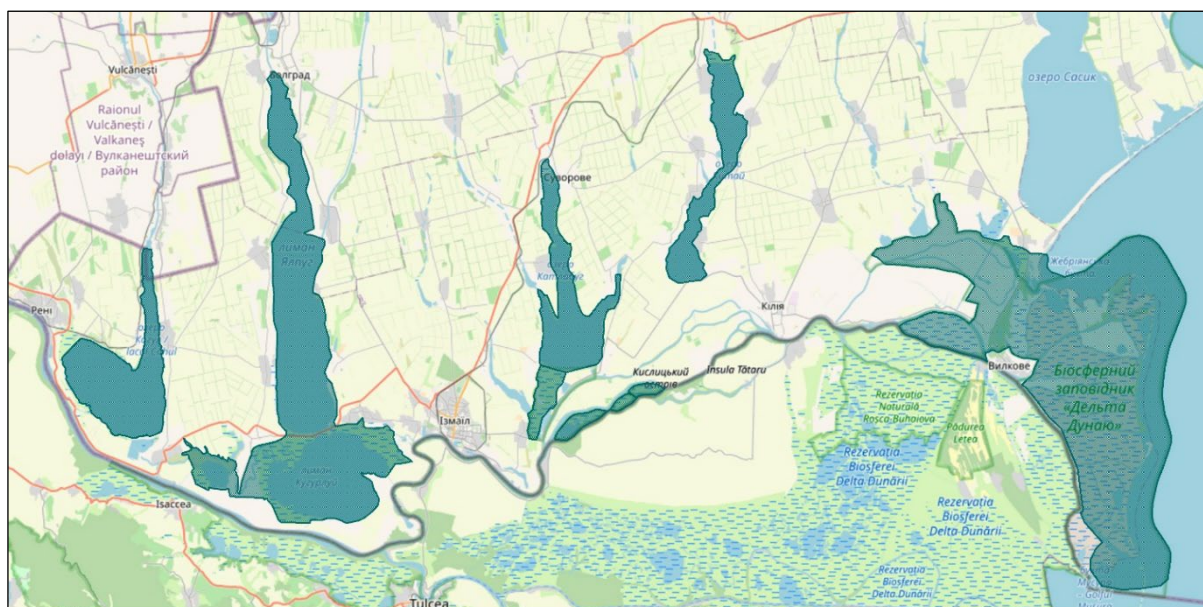


Рисунок 4.14 – Регіональна екологічна мережа Одеської області



**Рисунок 4.15 – Об’єкти Смарагдової мережі в районі планованої діяльності**

На етапі проектування у зоні планової діяльності на лівому березі Кілійського рукава обстежені території загальнодержавного значення, а саме території Смарагдової мережі (рис. 4.16).

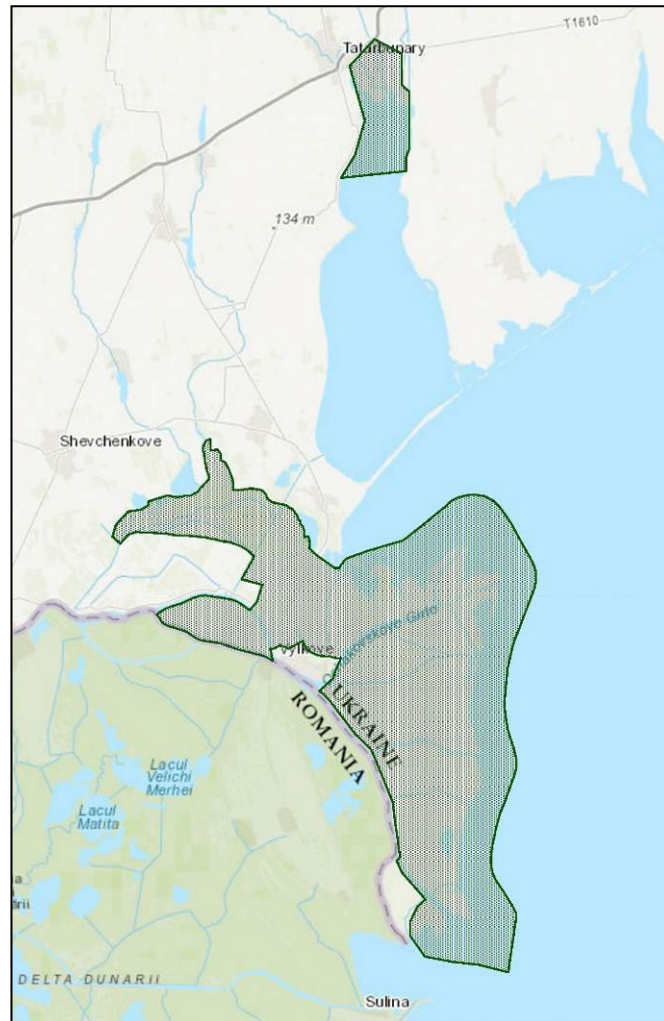


**Рисунок 4.16 – Досліджувані існуючі природоохоронні території лівого берега Кілійського рукава**



*Результати польового обстеження території Смарагдової мережі*

**1. UA0000018 Дунайський біосферний заповідник**



**Рисунок 4.17 – Дунайський біосферний заповідник**

Код Emerald	Координати		Область/Код	Площа
UA0000018	45°2555'Е	29°4149'N	Одеська/UA51	50252,90га

Територія суттєво сприяє виживанню видів, що перебувають під загрозою зникнення, ендемічних видів, видів, перелічених у Додатках I та II Бернської Конвенції: 18 видів рослин, занесених до Червоної книги України, 10 видів флори та 40 видів фауни, занесених до Європейського Червоного списку (табл. 4.23-4.26).

**Таблиця 4.23 – Типи природних оселищ, присутні на території**

Код	Назва	
	Українська	Англійська
A2.2	Прибережні піски та мулисті піски	Littoral sand and muddy sand
A2.3	Прибережний мул	Littoral mud
A2.4	Прибережні змішані відклади	Littoral mixed sediments
A2.5	Прибережні солончаки та засолені зарості очерету	Coastal saltmarshes and saline reedbeds

Код	Назва	
	Українська	Англійська
A2.61	Зарості водоростей на прибережних відкладах	Seagrass beds on littoral sediments
A5	Субліторальні відклади	Sublittoral sediment
B1.1	Піщані пляжі лінії прибою	Sand beach driftlines
B1.3	Рухливі приморські дюни	Shifting coastal dunes
B1.4	Стабільні приморські дюни з трав'яною рослинністю («сірі дюни»)	Coastal stable dune grassland (grey dunes)
B1.6	Чагарники на приморських дюнах	Coastal dune scrub
B1.8	Мокрі та вологі міждюнні улоговини	Moist and wet dune slacks
B2.1	Галькові пляжі лінії прибою	Shingle beach driftlines
C1.222	Вільноплаваючі скупчення <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Floating <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> rafts
C1.223	Вільноплаваючі скупчення <i>Stratiotes aloides</i>	Floating <i>Stratiotes aloides</i> rafts
C1.224	Вільноплаваючі колонії <i>Utricularia australis</i> та <i>Utricularia vulgaris</i>	Floating <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i> colonies
C1.225	Вільноплаваючі килимки <i>Salvinia natans</i>	Floating <i>Salvinia natans</i> mats
C1.226	Вільноплаваючі угруповання <i>Aldrovanda vesiculosa</i>	Floating <i>Aldrovanda vesiculosa</i> communities
C1.32	Вільноплаваюча рослинність евтрофних водойм	Free-floating vegetation of eutrophic waterbodies
C1.33	Вкорінена занурена рослинність евтрофних водойм	Rooted submerged vegetation of eutrophic waterbodies
C1.3411	Угруповання водяних жовтеців на мілководдях	Ranunculus communities in shallow water
C1.3413	Зарості <i>Hottonia palustris</i> на мілководдях	<i>Hottonia palustris</i> beds in shallow water
C1.67	Турлоги та луки озерного дна	Turlough and lake-bottom meadows
C2.33	Мезотрофна рослинність повільно текучих річок	Mesotrophic vegetation of slow-flowing rivers
C2.34	Евтрофна рослинність повільно текучих річок	Eutrophic vegetation of slow-flowing rivers
C3.51	Євро-сибірські низькорослі однорічні земноводні угруповання (за винятком угруповань ситнику жаб'ячого)	Euro-Siberian dwarf annual amphibious swards (but excluding C3.5131 Toad-rush swards)
D5.2	Зарості крупних осок переважно без застою води	Beds of large sedges normally without freestanding water
D6.1	Континентальні солончаки	Inland saltmarshes
E1.9	Незімкнені несередземноморські сухі кислі та нейтральні трав'яні угруповання, у тому числі континентальні трав'яні угруповання на дюнах	Open non-Mediterranean dry acid and neutral grassland, including inland dune grassland
E3.4	Мокрі або вологі евтрофні і мезотрофні луки	Moist or wet eutropic and mesotrophic grassland
E5.4	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся і луки	Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows
E6.2	Континентальні внутрішні засолені степи	Continental inland salt steppes
F9.1	Прирічкові чагарники	Riverine scrub
G1.11	Прибережні вербові ліси	Riverine <i>Salix</i> woodland
G1.3	Середземноморські прибережні ліси	Mediterranean riparian woodland
X35	Континентальні піщані дюни	Inland Sand Dunes

Таблиця 4.24 – Види, життєдіяльність яких підтримує територія

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність min-max	Одиниця виміру	Поширеність
<b>Рослини</b>						
1516	Альдрованда пухирчаста	<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	р.	1-500	ос.	Рідкісний
2104	Хрін крупноплодий	<i>Armoracia macrocarpa</i>	р	251-500	ос.	Звичайний
4091	Катран татарський	<i>Crambe tataria</i>	р	51-100	ос.	Звичайний.
<b>Тварини</b>						
<b>Комахи</b>						
1060	Дукачик непарний	<i>Lycaena dispar</i>	р	0-0		Звичайний.
1078	Ведмедиця Гера або ведмедиця чотирикрапкова	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	р	0-0		Звичайний.
1083	Жук-олень	<i>Lucanus cervus</i>	р	0-0		Рідкісний
1088	Вусач дубовий великий	<i>Cerambyx cerdo</i>	р	0-0		Рідкісний
4022	Чорнотілка зморшкувата	<i>Probatiscus subrugosus</i>	р	0-0		Дуже рідкісний.
4028	Червиця трипе	<i>Catopta thrips</i>	р	0-0		Рідкісний
<b>Риби</b>						
1105	Лосось дунайський	<i>Hucho hucho</i>	р	0-0		Присутній
1130	Білізна звичайна	<i>Aspius aspius</i>	р	0-0		Присутній
1134	Гірчак європейський	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	р	0-0		Присутній
1141	Шемя	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	с	0-0		Присутній
1145	В'юн звичайний	<i>Misgurnus fossilis</i>	р	0-0		Присутній
1146	Щипавка золотиста	<i>Sabanejewia aurata</i>	р	0-0		Присутній
1149	Щипавка звичайна	<i>Cobitis taenia</i>	р	0-0		Присутній
1157	Йорж смугастий	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	р	0-0		Присутній
1159	Чіп звичайний	<i>Zingel zingel</i>	р	0-0		Рідкісний
1160	Чіп малий	<i>Zingel streber</i>	р	0-0		Присутній
2011	Умбра звичайна	<i>Umbra krameri</i>	р	0-0		Рідкісний
2484	Мінога українська	<i>Eudontomyzon mariae</i>	р	0-0		Присутній
2491	Оселедець чорноморський	<i>Alosa pontica</i>	с	0-0		Звичайний
2522	Чехоня	<i>Pelecus cultratus</i>	с	0-0		Рідкісний
2555	Йорж Балона	<i>Gymnocephalus baloni</i>	р	0-0		Рідкісний
4126	Оселедець керченський	<i>Alosa maeotica</i>	р	0-0		Звичайний.
4127	Пузанок азовський	<i>Alosa tanaica</i>	р	0-0		Звичайний.
<b>Амфібії</b>						
1188	Кумка червоночерева	<i>Bombina bombina</i>	р	0-0		Рідкісний
1993	Тритон дунайський	<i>Triturus dobrogicus</i>	р	0-0		Рідкісний
<b>Рептилії</b>						
1220	Болотна черепаха європейська	<i>Emys orbicularis</i>	р	0-0		Звичайний.
<b>Птахи</b>						
A001	Гагара червоношия	<i>Gavia stellata</i>	w/c	1-0/1-0	ос./ос.	
A002	Гагара чорношия	<i>Gavia arctica</i>	c/w	10-0/1-0	ос./ос.	
A019	Пелікан рожевий	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	с	4000-0	ос.	
A020	Пелікан кучерявий	<i>Pelecanus crispus</i>	w/c	10-50/50-150	ос./ос.	
A393	Баклан малий	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	w /r /c	50-0/150-1000/100-0	ос./пар/ос.	
A021	Бугай	<i>Botaurus stellaris</i>	r /c /w.	30-0/300-0/5-0	пар/ос./ос.	

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність min-max	Одиниця виміру	Поширеність
A022	Бугайчик	<i>Ixobrychus minutus</i>	c/r	200-0/50-0	ос./пар	
A023	Квак	<i>Nycticorax nycticorax</i>	r/c.	200-0/2000-0	пар/ос.	
A024	Чапля жовта	<i>Ardeola ralloides</i>	c/r	100-0/20-0	ос./пар	
A026	Чепура мала	<i>Egretta garzetta</i>	r/c	50-0/1000-0	пар/ос.	
A027	Чепура велика	<i>Casmerodius albus</i>	w /c /r	50-0/500-0/30-0	ос./ос./пар	
A029	Чапля руда	<i>Ardea purpurea</i>	c/r	500-0/30-0	ос./пар	
A030	Лелека чорний	<i>Ciconia nigra</i>	c	50-300	ос.	
A031	Лелека білий	<i>Ciconia ciconia</i>	c/r	200-0/1-2	ос./пар	
A032	Коровайка	<i>Plegadis falcinellus</i>	c/r	300-0/100-0	ос./пар	
A034	Косар	<i>Platalea leucorodia</i>	c/r	100-0/10-0	ос./пар	
A037	Лебідь малий	<i>Cygnus bewickii</i>	c/w	20-0/1-0	ос./ос.	
A038	Лебідь-кликун	<i>Cygnus cygnus</i>	w/c	100-1500/300-0	ос./ос.	
A042	Гуска мала	<i>Anser erythropus</i>	w	1-0	ос.	
A060	Чернь білоока	<i>Aythya nyroca</i>	w /c/r	1-0/200-0/50-0	ос./ос./пар	
A068	Крех малий	<i>Mergus albellus</i>	w	50-1500	ос.	
A396	Казарка червоноголова	<i>Branta ruficollis</i>	w/c	1-0/50-0	ос./ос.	
A397	Галагаз	<i>Tadorna ferruginea</i>	c	5-0	ос.	
A072	Осоїд	<i>Pernis apivorus</i>	c	5-0	ос.	
A073	Шуліка чорний	<i>Milvus migrans</i>	c	1-0	ос.	
A075	Орлан-білохвіст	<i>Haliaeetus albicilla</i>	w/r	15-60/5-8	ос./пар	
A080	Зміїд	<i>Circaetus gallicus</i>	c	1-0	ос.	
A081	Лунь очеретяний	<i>Circus aeruginosus</i>	c /w /r	100-0/5-40/20-0	ос./ос./пар	
A082	Лунь польовий	<i>Circus cyaneus</i>	w/c	6-10/50-0	ос./ос.	
A084	Лунь лучний	<i>Circus pygargus</i>	c	50-0	ос.	
A090	Підорлик великий	<i>Aquila clanga</i>	w/c	1-1/1-0	ос./ос.	
A091	Беркут	<i>Aquila chrysaetos</i>	w	1-1	ос.	
A092	Орел-карлик	<i>Hieraaetus pennatus</i>	c	1-0	ос.	
A402	Яструб коротконогий	<i>Accipiter brevipes</i>	c	1-0	ос.	
A403	Канюк степовий	<i>Buteo rufinus</i>	w/c	1-0/10-0	ос./ос.	
A404	Орел-могильник	<i>Aquila heliaca</i>	w	01.янів	ос.	
A094	Скопа	<i>Pandion haliaetus</i>	c	5-0	ос.	
A097	Кібчик	<i>Falco vespertinus</i>	r/c	30-50/300-0	пар/ос.	
A098	Підсоколик малий	<i>Falco columbarius</i>	w/c	1-0/30-0	ос./ос.	
A103	Сапсан	<i>Falco peregrinus</i>	c/w	10-0/1-5	ос./ос.	
A511	Балобан	<i>Falco cherrug</i>	w/c	1-0/5-0	ос./ос.	
A119	Погонич звичайний	<i>Porzana porzana</i>	r /c	50-0/300-0	пар/ос.	
A120	Погонич малий	<i>Porzana parva</i>	c/r	300-0/50-0	ос./пар	
A122	Деркач	<i>Crex crex</i>	c	10-0	ос.	
A127	Журавель сирій	<i>Grus grus</i>	c	100-0	ос.	
A128	Хохітва	<i>Tetrax tetrax</i>	w/c	0-1/0-1	-/ос.	
A129	Дрохва	<i>Otis tarda</i>	w	0-4	ос.	
A131	Кулик-довгоніг	<i>Himantopus himantopus</i>	c/r	100-0/10-0	ос./пар	
A132	Чоботар	<i>Recurvirostra avosetta</i>	c/r	50-0/10-80	ос./пар	
A133	Лежень	<i>Burhinus oedicnemus</i>	c/r	5-0/0-1	ос./пар	
A135	Дерихвіст лучний	<i>Glareola pratincola</i>	c/r	10-0/1-70	ос./пар	
A138	Пісочник морський	<i>Charadrius alexandrinus</i>	c/r	1-10/50-0	пар/ос.	
A140	Сивка звичайна	<i>Pluvialis apricaria</i>	c	5-0	ос.	
A151	Брижач	<i>Philomachus pugnax</i>	c	1000-0	ос.	
A154	Баранець великий	<i>Gallinago media</i>	c	10-0	ос.	
A157	Грицик малий	<i>Limosa lapponica</i>	c	1-0	ос.	
A159	Кульон тонкодзьобий	<i>Numenius tenuirostris</i>	c	1-0	ос.	
A166	Коловодник болотяний	<i>Tringa glareola</i>	c	300-0	ос.	
A167	Мородунка	<i>Xenus cinereus</i>	c	1-0	ос.	
A170	Плавунець круглодзьобий	<i>Phalaropus lobatus</i>	c	10-0	ос.	

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність min-max	Одиниця виміру	Поширеність
A171	Плавунець плоскодзьобий	<i>Phalaropus fulicarius</i>	с	1-0	ос.	
A176	Мартин середземноморський	<i>Larus melanocephalus</i>	r/c	1-20/100-0	пар/ос.	
A177	Мартин малий	<i>Larus minutus</i>	w/c	1-0/100-0	ос./ос.	
A180	Мартин тонкодзьобий	<i>Larus genei</i>	с	100-0	ос.	
A189	Крячок чорнодзьобий	<i>Gelochelidon nilotica</i>	r/c.	0-50/500-0	ос./ос.	
A190	Крячок каспійський	<i>Sterna caspia</i>	с	150-0	ос.	
A191	Крячок рябодзьобий	<i>Sterna sandvicensis</i>	c/r	5000-0/100-4000	ос./пар	
A193	Крячок річковий	<i>Sterna hirundo</i>	c/r	2000-0/30-2500	ос./пар	
A195	Крячок малий	<i>Sterna albifrons</i>	c/r	150-0/10-30	ос./пар	
A196	Крячок білощокий	<i>Chlidonias hybridus</i>	r/c	100-0/1000-0	пар/ос.	
A197	Крячок чорний	<i>Chlidonias niger</i>	r/c .	1-0/100-0	пар/ос.	
A198	Крячок білокрилий	<i>Chlidonias leucopterus</i>	r/c	1-0/200-0	пар/ос.	
A215	Пугач	<i>Bubo bubo</i>	с	1-0	ос.	
A222	Сова болотяна	<i>Asio flammeus</i>	r/c	1-0/10-0	пар/ос.	
A229	Рибалочка	<i>Alcedo atthis</i>	w /r /c	2-0/10-0/100-0	ос./пар/ос	
A231	Сиворакша	<i>Coracias garrulus</i>	c/r	50-0/5-10	ос./пар	
A234	Жовна сива	<i>Picus canus</i>	p.	20-0	пар	
A236	Жовна чорна	<i>Dryocopus martius</i>	p.	2-7	пар	
A429	Дятел сирійський	<i>Dendrocopos syriacus</i>	p.	30-0	пар	
A242	Жайворонок степовий	<i>Melanocorypha calandra</i>	c/w	50-0/1-0	ос./ос.	
A243	Жайворонок малий	<i>Calandrella brachydactyla</i>	с	50-0	ос.	
A246	Жайворонок лісовий	<i>Lullula arborea</i>	с	10-0	ос.	
A255	Щеврик польовий	<i>Anthus campestris</i>	c/r	300-0/1-0	ос./пар	
A272	Синьошийка	<i>Luscinia svecica</i>	r/c	5-0/50-0	пар/ос.	
A533	Кам'янка лиса	<i>Oenanthe pleschanka</i>	с	5-0	ос.	
A293	Очеретянка тонкодзьоба	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	r/c	30-0/100-0	пар/ос.	
A307	Кропив'янка рябогруда	<i>Sylvia nisoria</i>	r/c	10-0/300-0	пар/ос.	
A320	Мухоловка мала	<i>Ficedula parva</i>	с	3000-0	ос.	
A321	Мухоловка білошия	<i>Ficedula albicollis</i>	с	500-0	ос.	
A338	Сорокопуд терновий	<i>Lanius collurio</i>	r/c	30-0/500-0	пар/ос.	
A339	Сорокопуд чорнолобий	<i>Lanius minor</i>	r/c	20-0/300-0	пар/ос.	
A379	Вівсянка садова	<i>Emberiza hortulana</i>	с	300-0	ос.	
<b>Савці</b>						
1355	Видра річкова	<i>Lutra lutra</i>	p	0-0		Рідкісний
1356	Норка європейська	<i>Mustela lutreola</i>	p	0-0		Дуже рідкісний
1366	Тюлень-монах звичайний	<i>Monachus monachus</i>	p	0-0		Дуже рідкісний.
2633	Тхір степовий	<i>Mustela eversmannii</i>	p	0-0		Рідкісний

**Примітки:** Статус перебування: p – permanent (постійно), r – reproducing (розмноження), c – concentration (концентрація, мігруючий). w – wintering (зимівля).

**Таблиця 4.25 – Інші важливі види флори і фауни**

Назва українська	Назва латинська	Чисельність	Поширеність
<b>Рослини</b>			
Волошка понтійська	<i>Centaurea pontica</i> Prod. et Nyar	0-100	
Меч-трава болотна	<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	0-1000	
Пирій ковилолистий	<i>Elytrigia stipifolia</i> (Czern. Ex Nevski) Nevski	1000-0	

Плавун щитолистий	<i>Nymphoides peltata</i> (S. G> Gmel.) O. Kuntze	1000-0	
<b>Молюски</b>			
	<i>Caspia knipowitchi</i> Makarov, 1938		Присутній
	<i>Caspia makarovi</i> (Golikov et Starobogatov, 1966)		Присутній
	<i>Euxinipyrgula lincta</i> (Milaschewitsch, 1908)		Присутній
	<i>Euxinipyrgula milachevitchi</i> (Golikov et Starobogatov, 1966)		Присутній
<b>Комахи</b>			
Вусач пахучий мускусний	<i>Aromia moschata</i> (L., 1758)		Присутній
Ведмедиця-господиня	<i>Callimorpha dominula</i> (L., 1758)		Дуже рідкісний
Красотіл пахучий	<i>Calosoma sycophanta</i> (L., 1758)		Присутній
Стрічкарка блакитна	<i>Catocala fraxini</i> (Linnaeus, 1758)		Дуже рідкісний
Стрічкарка орденська малинова	<i>Catocala sponsa</i> (Linnaeus, 1767)		Рідкісний
Стрілка Ліндена	<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)		Звичайний
Дідка жовтоногий	<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)		Рідкісний
Сатир залізний	<i>Hipparchia statilinus</i> (Hufnagel, 1766)		Рідкісний
Подалірій	<i>Iphiclides podalirius</i> (L., 1758)		Звичайний
Лютка великоока	<i>Lestes macrostigma</i> (Eversmann, 1836)		Звичайний
Бражник мертва голова	<i>Acherontia atropos</i> (L., 1758)		Дуже рідкісний
Бражник дубовий	<i>Marumba quercus</i> (Den. & Schiff., 1775)		Дуже рідкісний
Бражник прозерпіна	<i>Proserpinus proserpina</i> (Pallas, 1772)		Рідкісний
Ванесса чорно-руда	<i>Nymphalis xanthomelas</i> (Esper, 1780)		Рідкісний
Махаон	<i>Papilio machaon</i> (L., 1758)		Звичайний
Совка сокиркова	<i>Periphanes delphinii</i> (L., 1758)		Звичайний
<b>Риби</b>			
Синець звичайний	<i>Abramis ballerus</i>		Звичайний
Білоочка	<i>Abramis sapa</i>		Звичайний
Осетер руський	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>		Рідкісний
Стерлядь	<i>Acipenser ruthenus</i>		Рідкісний
Севрюга	<i>Acipenser stellatus</i>		Рідкісний
Пуголовка зірчаста	<i>Benthophilus stellatus</i>		Звичайний
Підуст звичайний	<i>Chondrostoma nasus</i>		Звичайний
Морський коник довгорилий	<i>Hippocampus ramulosus</i>		Рідкісний
Білуга	<i>Huso huso</i>		Дуже рідкісний
Бичок-бабка	<i>Neogobius fluviatilis</i>		Звичайний
Бичок-сурман	<i>Neogobius syrman</i>		Рідкісний
Бичок-цуцик морський	<i>Proterorhinus marmoratus</i>		Звичайний
Лосось чорноморський	<i>Salmo labrax</i>		Рідкісний
Сом звичайний	<i>Silurus glanis</i>		Звичайний
Берш, судак волзький	<i>Stizostedion volgense</i>		Дуже рідкісний
Іглиця пухлощока	<i>Syngnathus abaster</i>		Звичайний
Морський півень жовтий	<i>Trigla lucerna</i>		Рідкісний



Горбань світлий	<i>Umbrina cirrosa</i>		Дуже рідкісний
<b>Птахи</b>			
Шилохвіст	<i>Anas acuta</i>		Звичайний
Широконоска	<i>Anas clypeata</i>		Звичайний
Канюк звичайний	<i>Buteo buteo</i>		Звичайний
Боривітер звичайний	<i>Falco tinnunculus</i>	10-0	
Підсоколик великий	<i>Falco subbuteo</i>	40-0	
Пісочник великий	<i>Charadrius hiaticula</i>		Рідкісний
Коловодник ставковий	<i>Tringa stagnatilis</i>		Рідкісний
Грицик великий	<i>Limosa limosa</i>		Рідкісний
Сова сіра	<i>Strix aluco</i>	1-5	
Ремез	<i>Remiz pendulinus</i>	10-0	

**Таблиця 4.26 – Рідкісні рослинні угруповання, занесені до Зеленої книги України**

№№	Українська назва рослинного угруповання	Латинська назва рослинного угруповання
91	Угруповання формації ковили дніпровської	Stipeta borysthenicae
124	Угруповання формації меч-трави болотної	Cladieta marisci
135	Угруповання формації альдрованди пухирчастої	Aldrovandeta vesiculosae
140	Угруповання формації глечиків жовтих	Nupharetta luteae
145	Угруповання формації латаття білого	Nymphaeeta albae
150	Угруповання формації плавуна щитолистого	Nymphoideta peltatae
159	Угруповання формації сальвінії плаваючої	Salvinieta natantis
1137	Угруповання формації водного горіху плаваючого	Trapaeta natantis

#### **Оцінка впливу змін водності на біоту території**

Природний рівень води на території в різні періоди року не стабільний.

В період високого стояння води острови затопляються, а водойми, розташовані на них, наповнюються водою. Найвищий рівень води спостерігається наприкінці березня: тримається 2-3 тижні. В цей час територія майже на 95% заповнена водою, а у вересні-жовтні досягає стійкої рівноваги. Також рівень води, перед усім у водоймах східної приморською частини території, залежить від напрямку та сили вітру і протягом доби може змінюватися на 90 см.

**Біота на цій території існує і пристосувалась до цієї нестабільної гідрологічної ситуації.**

## 2. UA0000142 Система Дунайських озер

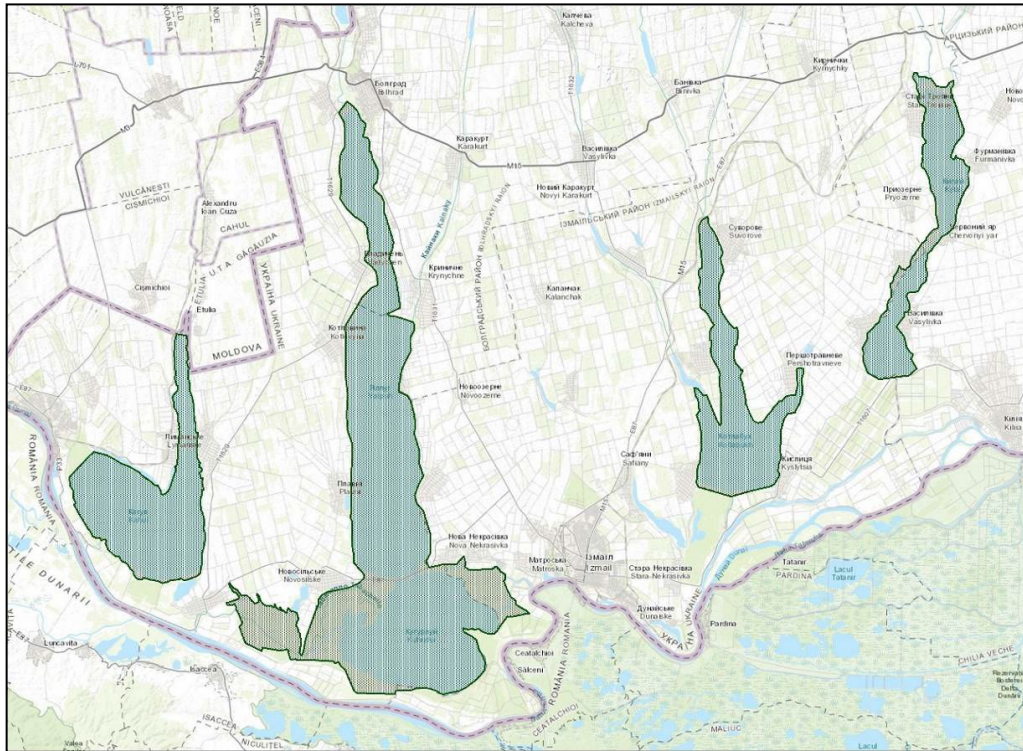


Рисунок 4.18 – Система Дунайських озер

Код Emerald	Координати	Область/Код	Площа
UA0000142	46°4041'N 30°4403'E	Одеська/UA51	52807,0га

Територія включає одну болотну ділянку та 5 озер, два з них – Рамсарські угіддя. Територія важлива для розмноження птахів (понад 30 000 пар), линьки мігруючих та зимуючих птахів (максимум 40 000 особин). 57 видів птахів занесено до Червоної книги України (табл. 4.27-4.30).

Таблиця 4.27 – Типи природних оселищ, присутні на території

Код	Назва	
	Українська	Англійська
C1.222	Вільноплаваючі скупчення <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Floating <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> rafts
C1.223	Вільноплаваючі скупчення <i>Stratiotes aloides</i>	Floating <i>Stratiotes aloides</i> rafts
C1.224	Вільноплаваючі колонії <i>Utricularia australis</i> та <i>Utricularia vulgaris</i>	Floating <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i> colonies
C1.225	Вільноплаваючі килимки <i>Salvinia natans</i>	Floating <i>Salvinia natans</i> mats
C1.226	Вільноплаваючі угруповання <i>Aldrovanda vesiculosa</i>	Floating <i>Aldrovanda vesiculosa</i> communities
C1.25	Занурені килимки харофітів у мезотрофних водоймах	Charophyte submerged carpets in mesotrophic waterbodies
C1.67	Турлоги та луки озерного дна	Turlough and lake-bottom meadows
E3.4	Мокрі або вологі евтрофні і мезотрофні луки	Moist or wet eutropic and mesotrophic grassland

Код	Назва	
	Українська	Англійська
E5.4	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся і луки	Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows
E6.2	Континентальні внутрішні засолені степи	Continental inland salt steppes
F9.1	Прирічкові чагарники	Riverine scrub

Таблиця 4.28 – Види, життєдіяльність яких підтримує територія

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність min-max	Одиниця виміру	Поширеність
<b>Рослини</b>						
1428	Марсиля чотирилиста	<i>Marsilea quadrifolia</i>	р	1001-2000	ос.	Рідкісний
1516	Альдрованда пухирчаста	<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	р	1001-10000	ос.	Поширений
<b>Тварини</b>						
<b>Комахи</b>						
4022	Чорнотілка зморшкувата	<i>Probaticus subrugosus</i>	р.			Дуже рідкісний
<b>Риби</b>						
1130	Білизна звичайна	<i>Aspius aspius</i>	р			Рідкісний
1134	Гірчак європейський	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	р.			Поширений
1141	Шемая	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	р.			Рідкісний
1145	В'юн звичайний	<i>Misgurnus fossilis</i>	р.			Поширений
1149	Щипавка звичайна	<i>Cobitis taenia</i>	р.			Поширений
1157	Йорж смугастий	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	р			Рідкісний
2011	Умбра звичайна	<i>Umbra krameri</i>	р			Рідкісний
2491	Оселедець чорноморський	<i>Alosa pontica</i>	р			Поширений
2522	Чехоня	<i>Pelecus cultratus</i>	р			Рідкісний
<b>Амфібії</b>						
1166	Тритон гребінчастий	<i>Triturus cristatu</i>	р			Поширений
1188	Кумка червоночерева	<i>Bombina bombina</i>	р			Поширений
<b>Рептилії</b>						
1220	Болотна черепаха європейська	<i>Emys orbicularis</i>	р			Поширений
<b>Птахи</b>						
A002	Гагара чорношия	<i>Gavia arctica</i>	с	1-0	ос.	
A019	Пелікан рожевий	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	с	1000-0	ос.	
A020	Пелікан кучерявий	<i>Pelecanus crispus</i>	с/г /w.	20-0/0-5/1-0	ос.	
A393	Баклан малий	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	с/w /г.	100-0/10-0/20-0	ос./ос./пар	
A021	Бугай	<i>Botaurus stellaris</i>	г/с	50-0/100-0	пар/ос.	
A022	Бугайчик	<i>Ixobrychus minutus</i>	с/г	500-0/100-0	ос./пар	
A023	Квак	<i>Nycticorax nycticorax</i>	с/г	800-0/50-0	ос./пар	

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність min-max	Одиниця виміру	Поширеність
A024	Чапля жовта	<i>Ardeola ralloides</i>	r/c .	50-0/300-0	пар/ос.	
A026	Чепура мала	<i>Egretta garzetta</i>	c/r	500-0/40-0	ос./пар	
A027	Чепура велика	<i>Casmerodius albus</i>	w/c/r	20-0/1000-0/100-0	ос./ос./пар	
A029	Чапля руда	<i>Ardea purpurea</i>	c/r	500-0/50-0	ос./пар	
A030	Лелека чорний	<i>Ciconia nigra</i>	c	100-0	ос.	
A031	Лелека білий	<i>Ciconia ciconia</i>	c/r	100-0/5-0	ос./пар	
A032	Коровайка	<i>Plegadis falcinellus</i>	c/r .	100-0/20-0	ос./пар	
A034	Косар	<i>Platalea leucorodia</i>	c/r .	100-0/1-0	ос./ос.	
A037	Лебідь малий	<i>Cygnus bewickii</i>	w /c.	2-0/100-0	ос./ос.	
A038	Лебідь-кликун	<i>Cygnus cygnus</i>	w /c	10-500/1000-0	ос./ос.	
A042	Гуска мала	<i>Anser erythropus</i>	c/w	20-0/1-0	ос./ос.	
A396	Казарка червоноголова	<i>Branta ruficollis</i>	c/w	1000-0/50-0	ос./ос.	
A397	Галагаз	<i>Tadorna ferruginea</i>	c/r .	10-0/1-0	ос./пар	
A060	Чернь білоока	<i>Aythya nyroca</i>	c/r/w	500-0/50-0/30-0	ос./пар/ос.	
A068	Крех малий	<i>Mergus albellus</i>	w	5-0	ос.	
A072	Осоїд	<i>Pernis apivorus</i>	c.	30-0	ос.	
A073	Шуліка чорний	<i>Milvus migrans</i>	c	10-0	ос.	
A075	Орлан-білохвіст	<i>Haliaeetus albicilla</i>	w /c /r.	1-30/6-0/1-3	ос./ос./пар	
A080	Зміїд	<i>Circaetus gallicus</i>	c.	50-0	ос.	
A403	Канюк степовий	<i>Buteo rufinus</i>	c.	2-0	ос.	
A081	Лунь очеретяний	<i>Circus aeruginosus</i>	r/c.	40-0/50-0	пар/ос.	
A082	Лунь польовий	<i>Circus cyaneus</i>	c/w	200-0/20-0	ос./ос.	
A084	Лунь лучний	<i>Circus pygargus</i>	c	20-0	ос.	
A089	Підорлик малий	<i>Aquila pomarina</i>	c	20-0	ос.	
A090	Підорлик великий	<i>Aquila clanga</i>	c.	1-0	ос.	
A092	Орел-карлик	<i>Hieraaetus pennatus</i>	c	10-0	ос.	
A094	Скопа	<i>Pandion haliaetus</i>	c.	10-0	ос.	
A097	Кібчик	<i>Falco vespertinus</i>	c/r	3000-0/10-0	ос./пар	
A098	Підсоколик малий	<i>Falco columbarius</i>	w/r	5-0/20-0	ос./пар	
A103	Сапсан	<i>Falco peregrinus</i>	w/c	1-5/20-0	ос./ос.	
A511	Балобан	<i>Falco cherrug</i>	w/c .	0-1/5-0	ос./ос.	
A119	Погонич звичайний	<i>Porzana porzana</i>	r/c	50-0/150-0	пар/ос.	
A120	Погонич малий	<i>Porzana parva</i>	c /r	20-0/2-0	ос./пар	
A122	Деркач	<i>Crex crex</i>	c	20-0	ос.	
A127	Журавель сирій	<i>Grus grus</i>	c	200-0	ос.	
A128	Хохітва	<i>Tetrax tetrax</i>	w	0-3	ос.	
A131	Кулик-довгоніг	<i>Himantopus himantopus</i>	r	5-0	пар	
A133	Лежень	<i>Burhinus oediconemus</i>	r		пар	
A151	Брижач	<i>Philomachus pugnax</i>	c	500-0	ос.	
A166	Коловодник болотяний	<i>Tringa glareola</i>	c.	100-0	ос.	
A170	Плавунець круглодзьобий	<i>Phalaropus lobatus</i>	c	10-0	ос.	
A176	Мартин середземноморський	<i>Larus melanocephalus</i>	c	50-0	ос.	
A180	Мартин тонкодзьобий	<i>Larus genei</i>	c	50-0	ос.	

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність min-max	Одиниц я виміру	Поширеніс ть
A189	Крячок чорнодзьобий	<i>Gelochelidon nilotica</i>	с	100-0	ос.	
A190	Крячок каспійський	<i>Sterna caspia</i>	с	50-0	ос.	
A191	Крячок рябодзьобий	<i>Sterna sandvicensis</i>	с	1000-0	ос.	
A193	Крячок річковий	<i>Sterna hirundo</i>	с/г	800-0/20-0	ос./пар	
A196	Крячок білощокий	<i>Chlidonias hybridus</i>	г/с	150-0/1500-0	пар/ос.	
A197	Крячок чорний	<i>Chlidonias niger</i>	с/г	1000-0/10-0	ос./пар	
A198	Крячок білокрилий	<i>Chlidonias leucopterus</i>	с/г	300-0/10-0	ос./пар	
A215	Пугач	<i>Bubo bubo</i>	с.	0-5	ос.	
A222	Сова болотяна	<i>Asio flammeus</i>	г.	1-0	пар	
A224	Дрімлюга	<i>Caprimulgus europaeus</i>	с/г	20-0/1-0	ос./пар	
A231	Сиворакша	<i>Coracias garrulus</i>	г/с	30-0/100-0	пар/ос.	
A234	Жовна сива	<i>Picus canus</i>	р	5-0	пар	
A429	Дятел сирійський	<i>Dendrocopos syriacus</i>	р	20-0	пар	
A255	Щеврик польовий	<i>Anthus campestris</i>	с	50-0	ос.	
A272	Синьошийка	<i>Luscinia svecica</i>	с	20-0	ос.	
A293	Очеретянка тонкодзьоба	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	с/г	50-0/10-0	ос./пар	
A307	Кропив'янка рябогруда	<i>Sylvia nisoria</i>	г/с.	20-0/100-0	пар/ос.	
A320	Мухоловка мала	<i>Ficedula parva</i>	с	200-0	ос.	
A321	Мухоловка білошия	<i>Ficedula albicollis</i>	с	50-0	ос.	
A533	Кам'янка лиса	<i>Oenanthe pleschanka</i>	г/с	20-0/50-0	пар/ос.	
A339	Сорокопуд чорнолобий	<i>Lanius minor</i>	с	300-0	ос.	
A379	Вівсянка садова	<i>Emberiza hortulana</i>	г/с	10-0/200-0	пар/ос.	
<b>Савці</b>						
1355	Видра річкова	<i>Lutra lutra</i>	w			Рідкісний
1356	Норка європейська	<i>Mustela lutreola</i>	р			Рідкісний
2608	Ховрах крапчастий	<i>Spermophilus suslicus</i>	г			Рідкісний

**Примітки: Статус перебування:** р – permanent (постійно), г – reproducing (розмноження), с – concentration (концентрація, мігруючий). w – wintering (зимівля).

**Таблиця 4.29 – Інші важливі види флори і фауни**

Назва українська	Назва латинська	Чисельність min-max	Поширеність
<b>Рослини</b>			
Оставник одеський	<i>Gymnospermium odessanum</i>	0-1000	
Плавун щитолістий	<i>Nymphoides peltata</i>	1001-10000	
Рястка відігнута	<i>Ornithogalum refractum</i>	1000-0	
<b>Молоски</b>			
	<i>Caspia knipowitchi</i> Makarov, 1938		Присутній
	<i>Euxinopyrgula milachevitchi</i> (Golikov et Starobogatov, 1966)		
	<i>Hypanis (Monodacna) colorata</i> (Eichwald, 1829)		
<b>Комахи</b>			

Дозорець-імператор	<i>Anax imperator</i> Leach, 1815		Поширений
Стрілка Ліндена	<i>Erythromma lindeni</i> (Selys, 1840)		Рідкісний
Лютка великоока	<i>Lestes macrostigma</i> (Eversmann, 1836)		Рідкісний
<b>Риби</b>			
Севрюга звичайна	<i>Acipenser stellatus</i>		Рідкісний
Пуголовка зірчаста	<i>Benthophilus stellatus</i>		Поширений
Підуст звичайний	<i>Chondrostoma nasus</i>		Поширений
Бичок-бабка	<i>Neogobius fluviatilis</i>		Поширений
Бичок-сурман	<i>Neogobius syrman</i>		Рідкісний
Бичок-цуцик морський	<i>Proterorhinus marmoratus</i>		Поширений
Сом звичайний	<i>Silurus glanis</i>		Поширений
Судак волзький, берш	<i>Stizostedion volgense</i>		Дуже рідкісний
Іглиця пухлошока	<i>Syngnathus abaster</i>		Поширений
<b>Птахи</b>			
Пірникоза мала	<i>Podiceps ruficollis</i>	200-0	
Шилохвіст	<i>Anas acuta</i>	10-0	
Широконіска	<i>Anas clypeata</i>	10-0	
Канюк звичайний	<i>Buteo buteo</i>	0-20	
Грицик великий	<i>Limosa limosa</i>	20-0	

**Таблиця 4.30 – Рідкісні рослинні угруповання, занесені до Зеленої книги України**

№	Українська назва рослинного угруповання	Латинська назва рослинного угруповання
135	Угруповання формації альдрованди пухирчастої	Aldrovandeta vesiculosae
137	Угруповання формації водного горіху плаваючого	Trapa natantis
139	Угруповання формації водяного жовтеця Ріона	Batrachietia rionii
140	Угруповання формації глечиків жовтих	Nuphareta luteae
143	Угруповання формації куширу донського	Ceratophylleta tanaitici
144	Формації куги приморської	Schoenoplecteta littoralis
145	Угруповання формації латаття білого	Nymphaeeta albae
147	Угруповання формації лепешняка тростинового	Glycerieta arundinaceae

#### **Оцінка впливу змін водності на біоту територій**

Рівень води в озері Кугурлуй залежить від рівня води у р. Дунай, з якої поступає до 86% води.

Також вона з'єднується кількома протоками з розташованими неподалік озерами Ялпуг і Каргал.

Південна частина озера Катлабух, яка віднесена до Смарагдової мережі, відгороджена дамбою від впливу р. Дунай.

Природний рівень води в різні періоди року нестабільний, тому **біота пристосована до існування у такому гідрологічному режимі.**



### 3. UA0000182 Ізмаїльські острови

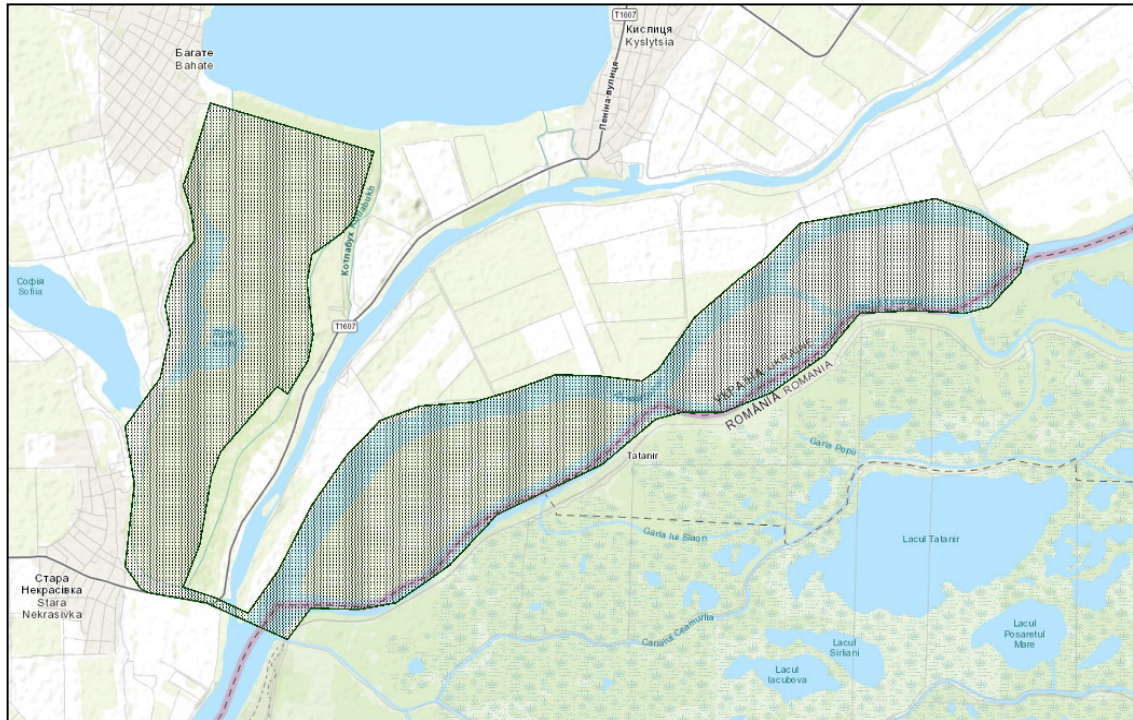


Рисунок 4.19 – Ізмаїльські острови

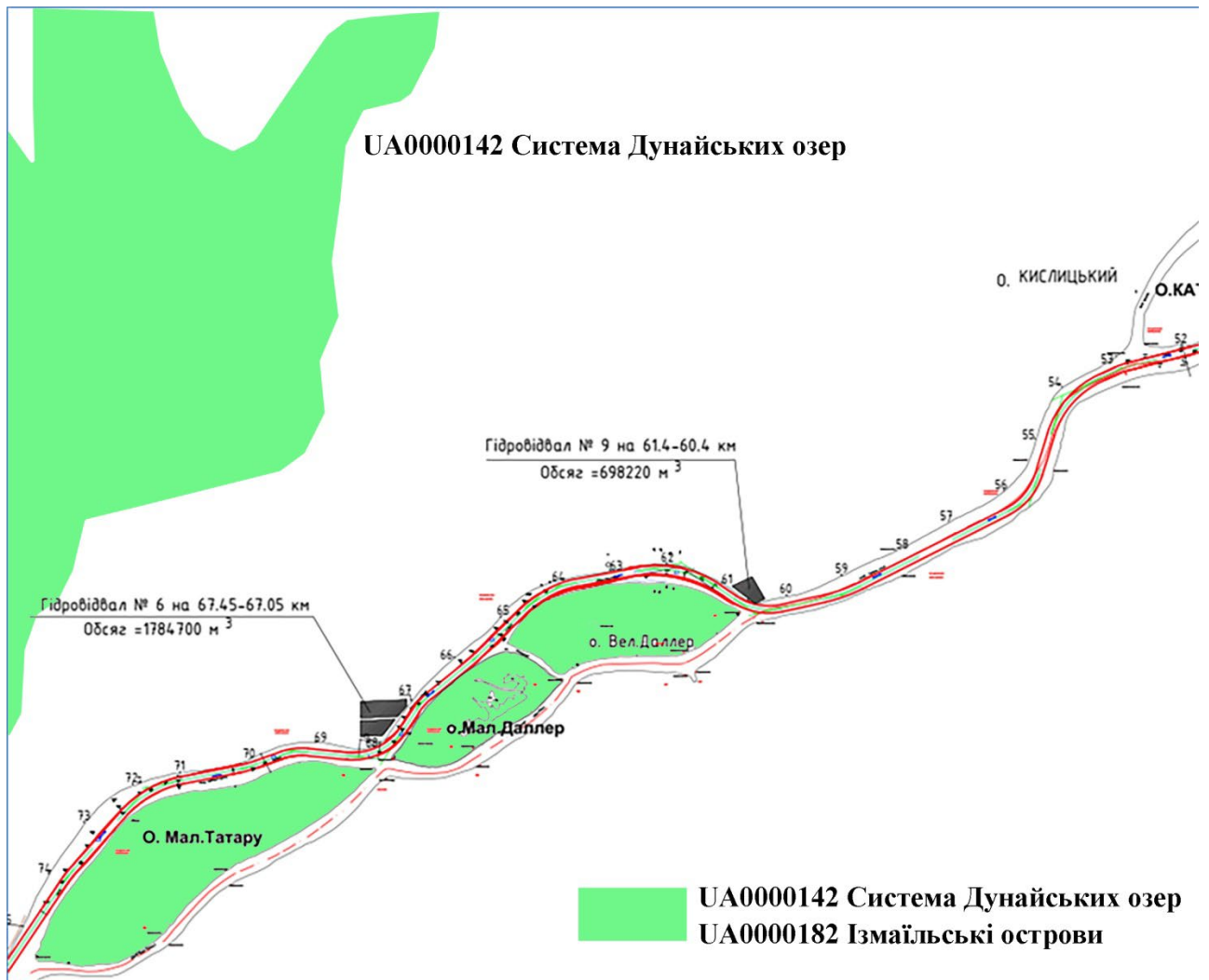
Код Emerald	Координати	Область/Код	Площа
UA0000182	45°342654'E 28°982665'N	Одеська/UA51	3552,0га

Смарагдова ділянка «Ізмаїльські острови» включає р. Дунай та острови Кілійського гирла Дунаю: Татару (738 га), Великий Далер (370 га), Малий Далер (258 га) та озеро Леген, розташоване поблизу міста Ізмаїл. Три острови є частиною РЛП «Ізмаїльські острови». Інформація щодо видів флори та фауни, які присутні на ділянці, наведена в таблицях 4.31-4.33. Інформація щодо розміщення берегових гідровідвалів ґрунтів днопоглиблення в районі Ізмаїльських островів наведена на рис. 4.20.

Таблиця 4.31 – Типи природних оселищ, присутні на території

Код	Назва	
	Українська	Англійська
C1.222	Вільноплаваючі скупчення <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Floating <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> rafts
C1.223	Вільноплаваючі скупчення <i>Stratiotes aloides</i>	Floating <i>Stratiotes aloides</i> rafts
C1.224	Вільноплаваючі колонії <i>Utricularia australis</i> та <i>Utricularia vulgaris</i>	Floating <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i> colonies
C1.225	Вільноплаваючі килимки <i>Salvinia natans</i>	Floating <i>Salvinia natans</i> mats
C1.32	Вільноплаваюча рослинність евтрофних водойм	Free-floating vegetation of eutrophic waterbodies
C1.33	Вкорінена занурена рослинність евтрофних водойм	Rooted submerged vegetation of eutrophic waterbodies
C1.3411	Угруповання водяних жовтеців на мілководдях	Ranunculus communities in shallow water

Код	Назва	
	Українська	Англійська
C2.33	Мезотрофна рослинність повільно текучих річок	Mesotrophic vegetation of slow-flowing rivers
C2.34	Евтрофна рослинність повільно текучих річок	Eutrophic vegetation of slow-flowing rivers
C3.51	Євро-сибірські низькорослі однорічні земноводні угруповання (за винятком угруповань ситнику жаб'ячого)	Euro-Siberian dwarf annual amphibious swards (but excluding C3.5131 Toad-rush swards)
D5.2	Зарості крупних осок переважно без застою води	Beds of large sedges normally without freestanding water
E1.2	Багаторічні трав'яні угруповання на вапняках та степах	Perennial calcareous grassland and basic steppes
E3.4	Мокрі або вологі евтрофні і мезотрофні луки	Moist or wet eutropic and mesotrophic grassland
E5.4	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся і луки	Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows
F9.1	Прирічкові чагарники	Riverine scrub
G1.11	Прибережні вербові ліси	Riverine Salix woodland
G1.22	Мішані дубово-в'язово-ясеневі ліси великих річок	Mixed Quercus-Ulmus-Fraxinus woodland of great rivers
G1.3	Середземноморські прибережні ліси	Mediterranean riparian woodland



**Рисунок 4.20 – Розміщення берегових гідровідвалів ґрунтів днопоглиблення в районі Ізмаїльських островів**



Таблиця 4.32 – Види, життєдіяльність яких підтримує територія

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність	Одиниця виміру	Поширеність
<b>Рослини</b>						
2104	Хрін крупноплодий	<i>Armoracia macrocarpa</i>	р	501-1000	ос.	Звич..
<b>Тварини</b>						
<b>Комахи</b>						
1083	Жук-олень	<i>Lucanus cervus</i>	р	0-0		Дуже рідкіс.
1078	Ведмедиця Гера або ведмедиця чотирикрапкова	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	р	0-0		Присут.
4028	Червиця трипс	<i>Catopta thrips</i>	р	0-0		Присут.
<b>Риби</b>						
1130	Білизна звичайна	<i>Aspius aspius</i>	р	0-0		Звич.
1134	Гірчак європейський	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	р	0-0		Звич.
1141	Шемає	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	р	0-0		Рідкіс.
1149	Щипавка звичайна	<i>Cobitis taenia</i>	р	0-0		Звич.
1160	Чіп малий	<i>Zingel streber</i>	р	0-0		Присут.
2484	Мінога українська	<i>Eudontomyzon mariae</i>	р	0-0		Присут.
<b>Амфібії</b>						
1993	Тритон дунайський	<i>Triturus dobrogicus</i>	р	0-0		Звич.
<b>Рептилії</b>						
1220	Болотна черепаха європейська	<i>Emys orbicularis</i>	р	0-0		Рідкіс.
<b>Птахи</b>						
A002	Гагара чорношия	<i>Gavia arctica</i>	с.	1-0	ос.	
A019	Пелікан рожевий	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	с	100-1000	ос.	
A020	Пелікан кучерявий	<i>Pelecanus crispus</i>	р/с	1-0/1-0	ос./ос.	
A393	Баклан малий	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	w/r	50-0/30-0	ос./пар	
A021	Бугай	<i>Botaurus stellaris</i>	r/w	5-0/2-5	ос./ос.	
A022	Бугайчик	<i>Ixobrychus minutus</i>	с /r	2-0/5-10	ос./пар	
A023	Квак	<i>Nycticorax nycticorax</i>	с /r	200-0/10-0	ос./пар	
A024	Чапля жовта	<i>Ardeola ralloides</i>	r /c	5-0/40-0	пар/ос.	
A026	Чепура мала	<i>Egretta garzetta</i>	с /r	200/20-0	ос./пар	
A027	Чепура велика	<i>Casmerodius albus</i>	w/c/r	5-0/200/10-0	ос./ос./пар	
A029	Чапля руда	<i>Ardea purpurea</i>	r/c	30-0/200	пар/ос.	
A031	Лелека білий	<i>Ciconia ciconia</i>	r/c	1-5/20-0	пар/ос.	
A032	Коровайка	<i>Plegadis falcinellus</i>	с	100-0	ос.	
A034	Косар	<i>Platalea leucorodia</i>	с.	5-20	ос.	
A038	Лебідь-кликун	<i>Cygnus cygnus</i>	w/c	1-0/100-0	ос./ос.	
A396	Казарка червоноголова	<i>Branta ruficollis</i>	w	5-0	ос.	
A060	Чернь білоока	<i>Aythya nyroca</i>	с /r	20-300/10-0	ос./пар	
A073	Шуліка чорний	<i>Milvus migrans</i>	с	1-5	ос.	
A075	Орлан-білохвіст	<i>Haliaeetus albicilla</i>	c/w/r	5-0/1-0/1-2	ос./ос./пар	
A080	Змієїд	<i>Circaetus gallicus</i>	с	1-5	ос.	
A081	Лунь очеретяний	<i>Circus aeruginosus</i>	w/r	1-5/1-5	ос./пар	
A082	Лунь польовий	<i>Circus cyaneus</i>	r/w	20-0/1-5	пар/ос.	
A084	Лунь лучний	<i>Circus pygargus</i>	r.	1-0	пар	
A089	Підорлик малий	<i>Aquila pomarina</i>	с	1-0	ос.	
A090	Підорлик великий	<i>Aquila clanga</i>	с	1-0	ос.	
A094	Скопа	<i>Pandion haliaetus</i>	с	2-0	ос.	
A097	Кібчик	<i>Falco vespertinus</i>	с	50-0	ос.	
A098	Підсоколик малий	<i>Falco columbarius</i>	с	5-0	ос.	
A103	Сапсан	<i>Falco peregrinus</i>	с	3-0	ос.	

Код	Українська назва	Латинська назва	Статус	Чисельність	Одиниця виміру	Поширеність
A119	Погонич звичайний	<i>Porzana porzana</i>	c/r/w	30-0/2-0/1-0	ос./пар/ос.	
A120	Погонич малий	<i>Porzana parva</i>	c	10-0	ос.	
A127	Журавель сирій	<i>Grus grus</i>	c	5-0	ос.	
A131	Кулик-довгоніг	<i>Himantopus himantopus</i>	c	10-20	ос.	
A151	Брижач	<i>Philomachus pugnax</i>	c	10-0	ос.	
A166	Коловодник болотяний	<i>Tringa glareola</i>	c	50-0	ос.	
A177	Мартин малий	<i>Larus minutus</i>	c	50-0	ос.	
A189	Крячок чорнодзьобий	<i>Gelochelidon nilotica</i>	c	10-0	ос.	
A190	Крячок каспійський	<i>Sterna caspia</i>	c	10-15	ос.	
A193	Крячок річковий	<i>Sterna hirundo</i>	c/r	300-0/2-30	ос./пар	
A196	Крячок білощокий	<i>Chlidonias hybridus</i>	c/r	100-500/15-100	ос./пар	
A197	Крячок чорний	<i>Chlidonias niger</i>	c/r	50-0/1-0	ос./пар	
A198	Крячок білокрилий	<i>Chlidonias leucopterus</i>	c	300-0	ос.	
A222	Сова болотяна	<i>Asio flammeus</i>	c	2-0	ос.	
A224	Дрімлюга	<i>Caprimulgus europaeus</i>	c	1-0	ос.	
A229	Рибалочка	<i>Alcedo atthis</i>	r/c	5-10/10-0	пар/ос.	
A231	Сиворакша	<i>Coracias garrulus</i>	r/c	15-0/50-0	пар/ос.	
A234	Жовна сива	<i>Picus canus</i>	p	15-20	пар	
A236	Жовна чорна	<i>Dryocopus martius</i>	r	4-0	пар	
A272	Синьошийка	<i>Luscinia svecica</i>	c/r	50-0/5-0	ос./пар	
A293	Очеретянка тонкодзьоба	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	c	50-0	ос.	
A321	Мухоловка білошия	<i>Ficedula albicollis</i>	r/c	1-0/50-0	пар/ос.	
A338	Сорокопуд терновий	<i>Lanius collurio</i>	r/c	5-0/50-0	пар/ос.	
A339	Сорокопуд чорнолобий	<i>Lanius minor</i>	c	5-0	пар	
A429	Дятел сирійський	<i>Dendrocopos syriacus</i>	p	5-0	пар	
A511	Балобан	<i>Falco cherrug</i>	c	1-0	ос.	
<b>Савці</b>						
1355	Видра річкова	<i>Lutra lutra</i>	p	0-0		Рідкіс.

**Примітки: Статус перебування:** p – permanent (постійно), r – reproducing (розмноження), c – concentration (концентрація, мігруючий), w – wintering (зимівля).

**Таблиця 4.33 – Інші важливі види флори і фауни**

Назва українська	Назва латинська	Чисельність	Поширеність
<b>Тварини</b>			
<b>Комахи</b>			
Красотіл пахучий	<i>Calosoma sycophanta</i>		Рідкісний
	<i>Ceratophylus polycerus</i>		Рідкісний
Бражник мертва голова	<i>Acherontia atropos</i>		Присутній
Стрічкарка блакитна	<i>Catocala fraxini</i>		Присутній
Стрічкарка орденська малинова	<i>Catocala sponsa</i>		Присутній
Сатурнія мала	<i>Eudia pavonia</i>		Присутній
Сатурнія велика	<i>Saturnia pyri</i>		Присутній
Подалірій	<i>Iphiclides podalirius</i>		Присутній
Бражник дубовий	<i>Marumba quercus</i>		Присутній
Бражник прозерпіна	<i>Proserpinus proserpina</i>		Присутній
Совка сокиркова	<i>Periphanes delphinii</i>		Присутній
Бражник прозерпіна	<i>Proserpinus proserpina</i>		Присутній
Поліксена	<i>Zerynthia polyxena</i>		Присутній
Красик веселий	<i>Zygaena laeta</i>		Присутній

Назва українська	Назва латинська	Чисельність	Поширеність
Пилкохвіст Плігінського	<i>Targius (Poecilimon) pliginskii</i>		Рідкісний
<b>Риби</b>			
Синець звичайний	<i>Ballerus ballerus</i>		Звичайний
Білоочка	<i>Ballerus sapa</i>		Звичайний

### Оцінка впливу змін водності на біоту островів

Біота островів, які знаходяться в руслі р. Дунай існує під постійним впливом природних змін водності.

### 4.9 Матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину

Безпосередньо в районі планованої діяльності матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину, **не виявлені**.

Відповідно до Державного реєстру нерухомих пам'яток України в Одеській області знаходиться 27 пам'яток національного значення. В районі планованої діяльності розташовані наступні матеріальні об'єкти національного значення (таблиця 4.34).

**Таблиця 4.34 – Матеріальні об'єкти національного значення Ізмаїльського району Одеської області**

Пам'ятка	Датування	Місцезнаходження	Охоронний №
<b>Ізмаїльська територіальна громада</b>			
Південний пункт Дуги Струве "Старонекрасівка"	1853 рік	с. Стара Некрасівка, вул. Поштова, 32	150013-Н
Пам'ятник О. Суворову	1913 рік, встановлено у 1945 році	просп. О. Суворова	150014-Н
Поселення Саф'яни	раннє середньовіччя, балкано-дунайська культура	с. Саф'яни	150012-Н
<b>Кілійська територіальна громада</b>			
Культурний шар о. Зміїний та святилище Ахілла	античність	о. Зміїний	150015-Н
<b>Ренійська територіальна громада</b>			
Городище Орлівка (Кам'яна Гора)	античність	с. Орлівка	150021-Н
Могильник ґрунтовий	ранній залізний вік, гето-дакійська культура	с. Орлівка	150022-Н

Пам'ятка	Датування	Місцезнаходження	Охоронний №
Вал земляний	раннє середньовіччя	між селами Нагірне та Орлівка	150023-Н
Траянів вал	римський час	Болградська, Ізмаїльська, Кілійська, Татарбунарська територіальна громада	150024-Н

Об'єкти культурної спадщини Ізмаїльського району, які відносяться до пам'яток місцевого значення, відповідно до Державного реєстру пам'яток наведено в таблиці 4.35.

**Таблиця 4.35 – Об'єкти культурної спадщини Ізмаїльського району місцевого значення**

Назва об'єкта	Датування	Місцезнаходження	Вид об'єкта	Охор. №
Кілійська територіальна громада				
Дерев'яне вітрильне судно	Середина XIX ст.	0,8 км на північ від острова Зміїний	Пам'ятка археології, історії	976-Од
Дерев'яне вітрильне судно	Перша чверть XIX ст.	0,52 км на захід від острова Зміїний	Пам'ятка археології, історії	977-Од
Вилківська територіальна громада				
Ескадрений міноносець «Лейтенант Зацарений»	1907 р., 1917 р.	о. Зміїний	Пам'ятка історії	982-Од
Британський вантажний пароплав «Блер Атол» (Blair Athol)	1879 р., 1887 р.	о. Зміїний	Пам'ятка історії	983-Од
Підводний човен «Щ-212»	1938 р., 1942 р.	о. Зміїний	Пам'ятка історії	984-Од
Торгівельний античний вітрильник «Зміїний-Патрокл»	третя чверть IV ст. до н.е.	акваторія о. Зміїний, 0,5 кілометра на північній-захід від о. Зміїний	Пам'ятка археології, історії	985-Од

Відповідно до п. 13.1.4 ДБН Б 2.2.-12:2018 «Планування і забудова територій» для збереження традиційного характеру середовища історичних населених місць та інших територій, навколо будинків і споруд – пам'яток культурної спадщини (архітектури та містобудування), у разі відсутності розроблених та затверджених у встановленому порядку зон охорони в межах відстані, що дорівнює подвійній висоті цих пам'яток, але у будь-якому разі – не менше 50 м.

#### 4.10 Ландшафт

Можливий **вплив** на ландшафт в районі планованої діяльності, а саме на: місця техногенних змін рельєфу дна та берегів вздовж траси ГСХ р. Дунай – Чорне море; ділянка узмор'я, прилегла до гирла рукава Бистрий, де є імовірними зміни процесів еволюції дельти Дунаю внаслідок змінених гідродинамічних умов в морській частині ГСХ р. Дунай – Чорне море.

Джерелами впливу є: зміна морфометрії рукавів та району морського підхідного каналу (гідрологічний вплив та гідродинамічна дія).

Більшу частину території планованої діяльності займає степова водороздільна рівнина, яка є пологохвилястою поверхнею, складеною утвореннями неогенового і четвертинного віку, розчленовану річковими долинами і густою мережею балок. Найбільші абсолютні позначки земної поверхні (плюс 125 м - плюс 135 м) характерні в північно-західній частині площі. На південь та південний схід спостерігається поступове плавне зниження місцевості до нульових позначок.

За ступенем розчленованості, площа ділиться на *3 райони*.

*Перший* виділяється у північно-західному напрямку від частини території досліджень. Він розчленований долиною річок Кіргік - Китаю та Аліяги, густина розчленованості 0,4-0,45 км на 1 км<sup>2</sup>. Перевищення поверхні вододілів над дном долин річок та балок коливається від 10 до 40 м.

Площа *другого району* розташовується на південний схід від першого району і включає головний вододіл між р. Когильником і лівими притоками р. Дунаю, вододіли між річками Когильником і Саратою, а також вододіли між річками Тапликом, Дракулею, Хаджідером. Річкова та балкова мережа у другому районі відрізняються набагато меншою густотою. Ступінь розчленованості рельєфу становить 0,35 км на 1 км<sup>2</sup> площі.

*Третій район*, до якого безпосередньо входить територія досліджень, простягається смугою завширшки 7-25 км вздовж долини річки Дунаю та узбережжя Чорного моря. Для цього району характерні низькі абсолютні позначки поверхні вододілів (*плюс 5-40 м*), незначні перевищення над днищами річок і балок (5-15 м), наявність озер-лиманів. Розчленованість яружно-балочної мережі не перевищує 0,1-0,15 км на 1 км<sup>2</sup> площі. На поверхні вододілів часто спостерігаються великі піднесення – кургани.

***Ерозійно - акумулятивні форми рельєфу (річкові долини, балки, яри, тераси).***

Найбільш крупними річками на території досліджень є Дунай та його притоки. Річні долини, в основному, добре розвинені, коритоподібної форми з асиметричними схилами, розчленовані балками, які мають вигляд коритоподібних ложбин з плоским днищем і

пологими задернованими схилами. Основний напрямок течії річок – з півночі на південь, за виключенням р. Дунай. Усі річки мають водоток в період танення снігів та після тривалих дощів. Ширина заплав річок змінюється від 100 м до 1,5 км. Крутизна схилів складає 12°, на деяких ділянках вони прорізани густою мережею балок та промоїн.

Розвиток дельти р. Дунай відбувався в умовах значних коливань рівня Чорного моря, які супроводжувалися вертикальними скидами, пониженням та підйомом суші та морського дна. Найбільш високими точками в дельті є гряди й острови (до 6,5 м). Найбільші глибини приурочені до ям з вирами (до 36 м). Морські гряди сформувалися у різний час і мають різний ступінь розвитку. Найбільш давні морські гряди – Жебриянська та Летя, складені морськими пісками, які включають черепашки сучасних молюсків. Поверхня їх схожа на дюни.

Дельта Кілійського рукава поступово зростає та розвивається. На протязі останніх 100 років берег щороку просувається в море з північної частини Кілійської дельти на 40 м, у центрі – на 80 м і в південній частині – на 120 м. Західна частина дельти до лінії гряди Жебриянської має річкове походження, східна – змішане (річково-морське). Асиметрія дельти пояснюється переміщенням річкових наносів на південь за рахунок впливу морських течій та хвиль. За останні десятиріччя збільшення дельти уповільнилося у зв'язку з наближенням краю дельти до значних глибин моря.

Вся територія досліджень покрита мережею ярів і балок, найбільш добре розвинених у північно-західній частині. Виникнення ярів і промоїн пов'язано, переважно, з поверхневим стоком дощових і талих вод.

Балки мають коритоподібну форму – плоське дно і пологі задерновані схили крутістю від 3 до 16°. Довжина балок дорівнює 1-20 км. Яри та балки характеризуються незначними врізами, і в більшості випадків корінні породи в них не оголюються.

Яри та промоїни відносяться до ерозійних форм. Особливо широко вони розвинені в західній частині території, на схилах долин та балок. Довжина ярів 100-500 м, ширина 50-70 м, глибина врізу 20-30 м, переважна форма V-подібна і коритоподібна. Яри частіше – згасаючі, задерновані, рідше прогресуючі, з вертикальними крутими стінками, іноді з водотоками.

Промоїни врізані, в основному, в покривні суглинки. Довжина їх не перевищує 100 м, ширина до 3-4 м, глибина 1,5-2,5 м.

#### *Четвертинні тераси.*

*Перша надзаплавна тераса* простежується у вигляді невеликих урвищ по лівому березі річки Дунай. Вона повсюдно розвинена по обидва береги малих річок: Киргик-Китай, Аліяги, Когильника, Сарати, Хаджидера. Тераса добре виражена у рельєфі уступом, поверхня її рівна, шириною від 50 м до 3 км. Абсолютні позначки поверхні коливаються від *плюс* 1 м до *плюс* 20 м, підосви алювію - від 0 до *мінус* 15 м.

*Друга надзаплавна тераса* вузькою смугою простежується вздовж лівого схилу рр. Киргіх-Китаю, Аліяги, Сарати та Хаджідера. Поверхня її нахилена у бік першої надзаплавної тераси, від якої вона відокремлюється чітким уступом. Ширина її від 100 м до 1,5 км, височить над заплавою на 6-8 м. Абсолютні позначки поверхні - від *плюс 22* м до *плюс 27* м, підшви алювію - *плюс 3* м. Цоколем служать вапняки понтичного віку.

*П'ята надзаплавна тераса* простежується вздовж лівого схилу долини р. Дунай на протязі 70 км. Ширина її змінюється від 500 м до 13 км. У рельєфі тераса виражена нечітко. Поверхня її рівна, ділянками слабохвиляста. Абсолютні позначки поверхні змінюються від 0 до *плюс 15* м, підшви алювію - від *мінус 16* м до *мінус 25* м. П'ята тераса є похованою, вкладеною у пліоценову.

Крім описаних четвертинних терас, на досліджуваній території виділяються *пліоценові тераси*.

*Висока пліоценова тераса* спостерігається в районі міжріччя річок Когильника та Сарати. Ширина її – до 1,5 км, абсолютні позначки поверхні змінюються від *плюс 60* до *плюс 69* м, позначка підшви алювію - *плюс 42* м. Пліоценові тераси широко розвинені. Вони представляють собою поховану стародавню долину. Абсолютні позначки поверхні їх змінюються від *плюс 3* м до *плюс 20* м, підшви алювію - від *мінус 10* м до *мінус 32* м. Цоколь знижується у південному напрямку. У комплексі пліоценових терас виділяються три рівні залягання підшви алювію: перший рівень на позначці *мінус 10* м, другий – *мінус 22* м, третій – *мінус 32* м.

Південно-східна частина території району досліджень зайнята Чорним морем. Берегова лінія до дельти р. Дунаю має напрямки з північного сходу на південний захід. У районі дельти вона дуже звивиста і у багатьох місцях переривається численними первинними та вторинними рукавами Дунаю. Чорне море відокремлено від озер-лиманів вузькими піщаними смугами – пересипами. Місцями в пересипах є протоки, якими лимани зв'язані з морем.

#### ***Абразивно-аккумулятивні форми рельєфу.***

До абразивно-аккумулятивних форм рельєфу відносяться обриви морських берегів заввишки до 15 м, пляжі, що користуються розвитком протягом майже всього морського узбережжя, та пересипи озер-лиманів. Характерним є пологий характер берегів. Вододільна рівнина, поступово знижуючись, переходить у низький та пологий морський берег лиманного типу, відокремлений від моря широкими пляжами, косами та пересипами. У цьому районі переважають аккумулятивні процеси.

Коси, пересипи та пляжі простягаються вздовж усього узбережжя моря, захищаючи його від руйнівної діяльності хвиль. Ширина їх від 10 м до 200 м, висота над рівнем моря 0,3

- 1,5 м. Добре помітні берегові вали, що височіють над основним пляжем на 1,0 - 1,2 м. На деяких ділянках спостерігаються такої ж висоти дюни.

#### ***Гравітаційні форми рельєфу.***

До гравітаційних відносяться форми рельєфу, утворені зсувними явищами. Зсувні процеси на дослідженій території не мають широкого розвитку. Зафіксовані лише древні зсуви в районі сіл у північно-західній частині території. Площа зсувів не перевищує 200 м довжини та 25-30 м ширини. Амплітуда вертикального зміщення трохи більше 7 м.

Зсуви відмічені також по берегах оз. Китай, по річках Кіргік – Китаю, Когильнику. Вони переважно древні, часто задерновані.

Крім ерозії і зсувів, на території також зафіксовані такі фізико-геологічні явища, як осідання лесоподібних суглинків при замочуванні. Просадними є легкі та середні лесоподібні суглинки, що складають водороздільний простір.

#### **4.11 Соціально-економічні умови**

Постановою Верховної Ради від 17 липня 2020 року № 807-IX «Про утворення та ліквідацію районів» п.1 п.п.15 утворено Ізмаїльський район з адміністративним центром м. Ізмаїл, до складу якого увійшли територіальні громади Ізмаїльська міська, Кілійська міська, Ренійська міська, Вилківська міська, Саф'янівська сільська, Суворовська селищна.

Ізмаїльщина – це один з найсильніших аграрних, промислово-транспортних і національно-культурних районів Одеської області до складу якого входять 4 міста, 39 сільських населених пункти і 1 селище міського типу. Загальна чисельність населення району складає 215,2 тис. осіб.

Окремою географічною «перевагою» є двокілометрова смуга морської акваторії вздовж узбережжя та селище Біле, що розташоване на острові Зміїний, яке є самим віддаленим від суші населеним пунктом України. Селище знаходиться в 37 кілометрах на схід від узбережжя - дельти Дунаю, острів Зміїний в останні роки став доступний для туристів.

За даними Головного управління Держгеокадастру в Одеській області загальна площа Ізмаїльського району складає 341 тис. га, з яких 212 тис. га землі сільгоспризначення, з них 97% (205 тис. га) сільськогосподарські угіддя: рілля 180,2 тис. га; багаторічні 9,5 тис. га; сінокоси 1,7 тис. га; пасовища 13,4 тис. га

Із загальної кількості земель 49,7% (170 тис. га) – державні, 50,2% (171 тис. га) – приватні; 0,1% (0,3 тис. га) – комунальні.

Основні фінансово-статистичні показники Ізмаїльського району в 2021 році по галузям представлені в таблиці 4.36.



Галузева структура регіональної економіки за кількістю установ представлена на рис. 4.21 та 4.22.

Промисловість Ізмаїльського району представлена підприємствами з виробництва продовольчих та непродовольчих товарів, переробної промисловості, суднобудівництва, судноремонту, електроенергії. Найбільші підприємства району представлені у табл. 4.37.

Щодо підприємств з обслуговування портової інфраструктури:

1. ГВСП «Кілійський суднобудівельно-судноремонтний завод» ПрАТ «УДП», м. Кілія. Спеціалізація: цивільне суднобудування («річка-море»), судноремонт. Потужності: бічний механічний сліп з 11 стапельними місцями. Вантажопідйомність сліпа 700 т, макс. довжина судів для підйому 80 м.

2. ПрАТ «Дунайсудноремонт», м. Ізмаїл. Спеціалізація: ремонт («річка-море»). Потужності: габарити ремонтованих судів: довжина до 140 метрів; докова вага до 5000 тонн; осад до 4,5 метрів. Чисельність працівників: 332 (2019 р.)

3. ТОВ «Судноремонтне підприємство «Дунайсудносервіс», м. Ізмаїл. Спеціалізація: ремонт суден вагою до 4 тис. тонн і довжиною до 120 м. Потужності: загальна довжина причальних стінок: 510 м. Плавучі доки з в/п 2500-4500 т, довжина на стапель-палубі 67 або 100 м, макс. ширина 31,1 м. Чисельність працівників: 440 (2019 р.)

4. ПрАТ «Порт «Дунайсудносервіс», м. Ізмаїл. Спеціалізація: ремонт і технічне обслуговування суден і човнів, вантажно-перевантажувальні роботи. Чисельність штатних працівників: 55.

Сільське господарство є однією з найважливіших складових економіки Ізмаїльського району.

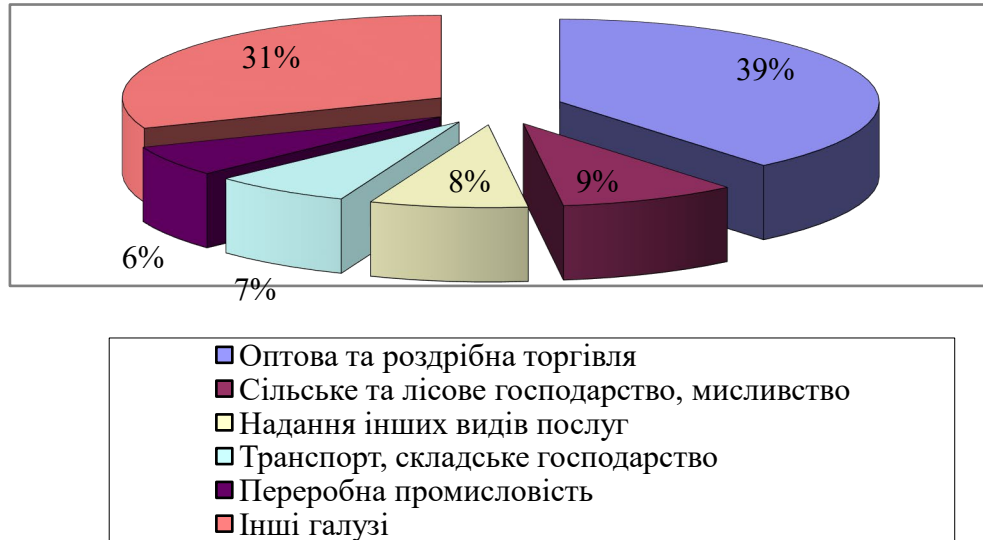
Аграрний сектор району спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур, з розвинутим виробництвом соняшника, винограду, плодів, ягід та овочівництвом. Заготівля й обробка сорткових і гібридних насіннь, а також з найбільшим в Україні центром із вирощування рису. Рисові чеки простяглися майже на 5,0 тис. га уздовж Дунаю.

Таблиця 4.36 – Основні фінансово-статистичні показники Ізмаїльського району в 2021 році по галузям

№	Галузь	Кількість установ	з них:			Середня заробітна плата (середньооблікова), грн.			Середньо-облікова чисельність штат. працівників	Відсоткове співвідношення галузей по кількості установ, %	Відсоткове співвідношення галузей по кількості штатних одиниць, %
			комунальні установи	бюджетні установи	юридичні та фізичні представники бізнесу	комунальні установи	бюджетні установи	юридичні та фізичні представники бізнесу			
1	Будівництво	71			71			5684	400	3	1,6
2	Інформатизація та комунікації	36			36			4675	189	1	0,8
3	Водопостачання, каналізація	28	18		10	7230		5426	674	1	2,7
4	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	94	2		92	8940		5164	605	4	2,4
5	Державне управління	58	3	55		6000	10000		3850	2	15,4
6	Добувна промисловість	3			3			5500	22	0	0,1
7	Мистецтво, спорт	12	3		9	8250		6835	140	0	0,6
8	Надання інших видів послуг	186	3		183	6160		7000	229	8	0,9
9	Надання комунальних послуг	4			4			11280	17	0	0,1
10	Операції з нерухомим майном	92	2		90	4160		6970	260	4	1,0
11	Операції з нерухомим майном, оренда	1			1			6100	3	0	0,0

Продовження табл. 4.36

12	Оптова та роздрібна торгівля	942	3		939	8200		6169	2717	39	10,8
13	Освіта	82	7	75		10480	9360		3281	3	13,1
14	Охорона здоров'я	79	12	5	62	8770	7645	6570	2951	3	11,8
15	Переробна промисловість	143	2		141	16100		6200	2520	6	10,1
16	Постачання електроенергії, природного газу	10	2		8	16600		17100	177	0	0,7
17	Професійна, наукова, технічна діяльність	76	6	5	65	8900	8500	6000	1351	3	5,4
18	Сільське, лісове та рибне господарство	227	1	2	224	2450	7380	6300	2957	9	11,8
19	Сільське господарство, мисливство, лісове господарство	2			2			4625	4	0	0,02
20	Тимчасове розміщення й організація харчування	112			112			5600	267	5	1,1
21	Торгівля, ремонт авто	1			1			3000	1	0	0,004
22	Транспорт, складське господарство	158	1		157	8230		7880	2424	7	9,7
23	Фінансова і страхова діяльність	4			4			4440	8	0	0,03
	ВСЬОГО	2421	65	142	2214	8600	8500	6600	25047	100	100



**Рисунок 4.21 – Відсоткове співвідношення галузей Ізмаїльського району по кількості установ**



**Рисунок 4.22 – Відсоткове співвідношення галузей Ізмаїльського району по чисельності працівників**

Таблиця 4.37 – Найбільші підприємства Ізмаїльського району

№ з/п	Належність (насел.п.)	Ключові підприємства	Спеціалізація
1	Ізмаїльська територіальна громада	ПрАТ «ІЗТПВ» «Дунай-пак»	Виготовлення упаковки
2		ТОВ «Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат»	Виробництво гофротари
3		ТОВ «Мега-люкс»	Виробництво крекера та соломки
4		ТОВ «Механозбиральний універсальний завод»	Виробництво обладнання для харчової промисловості
5		ТОВ «Тірас-ТМ» Мозаїка»	Виробництво морозива
6		ТОВ «Ізмаїл-Трансбалктермінал»	Виробництво олії
7		ТОВ «Ізмаїльська пивоварня»	Виробництва пива
8	Кілійська територіальна громада	ТОВ «ТИТАН»	Виробництво продукції з м'яса, молока. Виробництва пива, безалкогольних напоїв, мінеральних вод розлитих в пляшки
9		ТОВ «КАМОЛІНО-ХОЛДИНГ»	Виробництво продуктів борошномельно-круп'яної промисловості
10	Саф'янівська територіальна громада	ПрАТ «Дунайсудоремонт»	Ремонті річкових і морських судів.
11		ПрАТ «Порт «Дунайсудносервіс»	Ремонт і технічне обслуговування суден і човнів
12		ТОВ «Судноремонте підприємство «Дунайсудносервіс»	Ремонт і технічне обслуговування суден і човнів
13	Ренійська територіальна громада	ПрАТ «Виноградар»	Виробництво виноградних вин
14	Суворовська територіальна громада	ПрАТ «Ізмаїльський винзавод»	Виробництво виноградних вин
15		ТОВ «Златен клас»	Виробництво макаронних виробів

Пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник, ріпак вирощуються на площі приблизно 100 тис. га, це близько 55% ріллі району. Саме ці культури є основним експортним потенціалом країни, тому світовий баланс попиту та пропозиції на них суттєво впливає на експортну ціну та рівень цін на внутрішньому ринку.

Також на території району на 2,0 тис. га вирощується органічна продукція (ТОВ «Дунайський аграрій с. Саф'яни»): тверда пшениця, просо, сочевиця, кукурудза, ріпак, ячмінь, горох, нут, гірчиця, соняшник, картопля, цибуля, буряк, морква, перець, помідор, батат, диня, кавун, слива, нектарин, персик та лікарські трави. А також виробництво органічних яєць та бринзи, вирощування курей, качок та овець. Процес збору, переробки і зберігання всієї

продукції відповідає усім вимогам органічної сертифікації міжнародного органу «Органік стандарт», сертифіковані EU-UA-BIO, NOP, BIO SUISSE.

Земельний фонд Ізмаїльського району становить 347,6 тис. га, в тому числі 210,4 тис. га сільгоспугідь, з них 184,4 тис. га ріллі, 9,8 тис. га багаторічних насаджень, 16,1 тис. га сіножатей та пасовищ.

В ході збиральної компанії 2021 року в сільськогосподарських підприємствах Ізмаїльського району було обмолочено 72,1 тис. га ранніх зернових та зернобобових культур, намолочено зерна 269 тис. тонн зерна, при середній урожайності 37,3 ц/га. Крім того, озимого ріпаку з 3,5 тис.га намолочено 7,6 тис. тонн. Всього за результатом жнив валове виробництво зерна склало 304 тис. тонн. В районі також зібрано соняшнику – 44,1 тис. тонн, овоче-баштанних – 1,6 тис. тонн та картоплі 2,0 тис. тонн, плодів та ягід – 1,3 тис. тонн, винограду – 10,0 тис. тонн.

Під врожай 2022 року сільгоспвиробниками засіяно 60,2 тис.га озимих зернових культур, в т.ч.: озимої пшениці 36,4 тис. га; озимого ячменю 29,9 тис.га. Крім того, озимого ріпаку засіяно 7,9 тис.га.

В грудні 2021 року сільгосптоваровиробники Ізмаїльського району отримали дотацію шляхом державної підтримки для відшкодування втрат від повністю втрачених (загиблих) посівів сільськогосподарських культур внаслідок надзвичайної ситуації природного характеру на суму 22 600,931 тис. грн на площу загиблих посівів – 31 128,20 га.

За оренду земельних паїв сільськогосподарськими підприємствами на 2021 рік нараховано 74,5 млн. грн., що становить 3,1 % від вартості нормативно грошової оцінки землі. Всього за договорами оренди з пайщиками у користуванні сільгосппідприємств знаходиться 91,6 тис. га пайових земель.

Тваринництво в районі представлене: ВРХ - 4803 гол., з них корів – 2691 гол., свині – 5970 гол., вівці та кози – 54799 гол., птиця – 661 тисяча голів. Виробництво продукції тваринництва у 2021 році за всіма категоріями господарств складає 4,4 тис. тонн м'яса, молока - 8,1 тис. тонн, яєць – 50,6 млн. шт. За останні роки тваринництво зазнало значних структурних змін: скоротилося поголів'я сільськогосподарських тварин у підприємствах та значно збільшилося у домогосподарствах населення.

Державною підтримкою за наявні бджолосім'ї у 2021 році скористалося 147 мешканців Ізмаїльського району, які отримали 1704,0 тис. грн. за утримання 8520 бджолосімей.

В Ізмаїльському районі щорічно ведеться робота по збереженню у водоймах району аборигенних видів риби. Для збільшення обсягу вилову водних живих ресурсів 5 підприємств використовують водойми в режимі спеціалізованого товарного рибного господарства (СТРГ), які на базі наукового обґрунтування ведуть лов і вселення у водойми водних живих ресурсів:

ТОВ «Дунайакваресурс» - оз. Кагул, ТОВ «Репіда» - оз. Ялпуг-Кугурлуй, ТОВ «Риба Бессарабії» - оз. Саф'ян, АРК «Придунайська нива» - оз. Катлабух, ТОВ «Союзагропром» - оз. Китай. В водойми району у 2021 році випущено рослиноїдних видів риби 124 тонни (4960,0 тис. шт.).

Географічне розташування Ізмаїльського району зумовлює розвиток району, як крупного міжнародного транспортного вузла на нижній ділянці річки Дунай.

Основними напрямки автомобільних доріг є Ізмаїл – Одеса, Ізмаїл – Кишинів, Ізмаїл – Рені – Галац (Румунія).

Основними транспортними вузлами є Ізмаїльський та Ренійський торговельні порти, порт Усть-Дунайськ і Українське Дунайське пароплавство, залізничні станції - ст. Ізмаїл, ст. Катлабух, ст. Ташбунар та аеропорт Ізмаїл.

По території району проходять міжнародні транспортні коридори №7 Дунайський (водний), загальною довжиною 2415 км, що з'єднує Східну і Західну Європу. Транспортний коридор №9 – сухопутний з унікальним сучасним поромним комплексом «ОРЛІВКА – ІСАКЧА» в селі Орлівка з міжнародним пунктом пропуску через державний кордон для поромного, пасажирського та вантажного сполучення між населеними пунктами Орлівка (Україна) – Ісакча (Румунія).

На сьогоднішній день для задоволення потреб населення Ізмаїльського району в пасажирських перевезеннях сформована мережа автобусних маршрутів. Загальна протяжність автобусної мережі складає 873 кілометрів. Регулярні пасажирські перевезення в Ізмаїльському районі здійснюються в режимі «маршрутне таксі» та «звичайному» режимі руху. Автобусна мережа складається з 30 маршрутів.

Проаналізуємо динаміку показників Одеської області, Ізмаїльського, Кілійського та Ренійського районів.

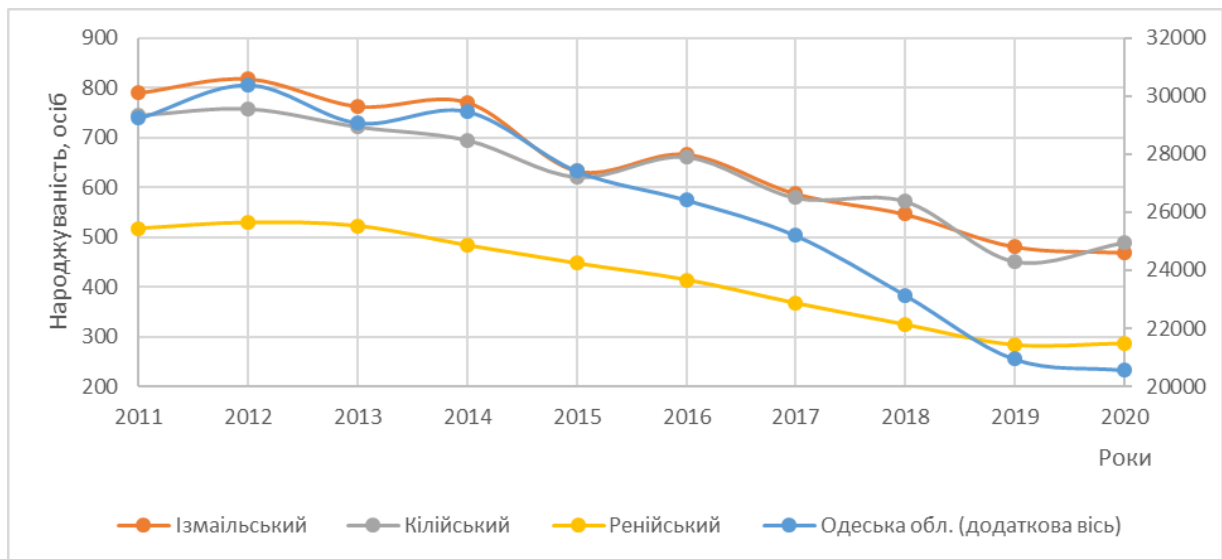
За десять років спостерігається загальне зменшення кількості народжень в Одеській області. Зокрема, з 2011 по 2015 рік, як видно з таблиці 4.38, кількість народжень зменшилась на близько 6 тисяч, після чого відбулося деяке стабілізування. У всіх чотирьох районах області спостерігається схожа динаміка зменшення кількості народжень, проте відмінності є в абсолютних значеннях кількості народжень між різними районами (рис 4.23).

Наприклад, в Ізмаїльському районі з 2011 по 2020 рік кількість народжень зменшилась з 789 до 469, що є значним зниженням. У той же час, в Кілійському районі зменшення було менш виразним, а в Ренійському районі кількість народжень протягом 10 років залишалась приблизно на одному рівні.

**Таблиця 4.38 – Динаміка народжуваності в Одеській області, Ізмаїльському, Кілійському та Ренійському районах за 2011-2020 роки**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	29225	30384	29075	29465	27416	26417	25195	23144	20938	20555
Ізмаїльський	789	817	762	770	633	666	587	546	481	469
Кілійський	745	758	722	695	621	661	579	572	451	489
Ренійський	517	529	522	483	447	414	367	324	283	286

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.23 – Динаміка народжуваності в Одеській області за 2011-2020 рр**

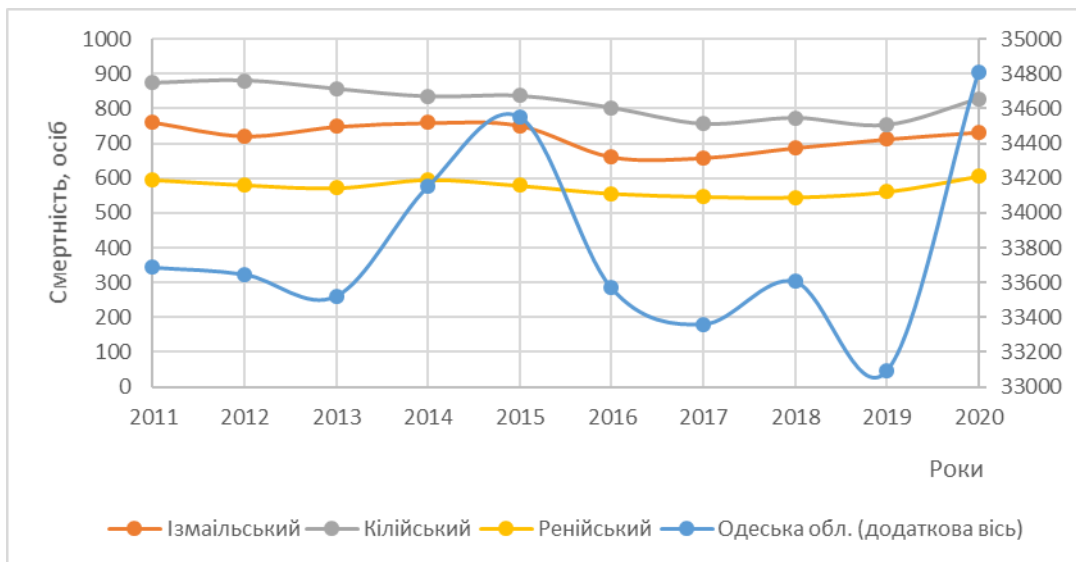
Динаміка смертності представлена в таблиці 4.39. Загалом, з 2011 по 2015 рік кількість смертей збільшувалась, після чого відбулося деяке зменшення, проте у 2020 році кількість смертей знову значно зросла в порівнянні з попередніми роками. У три районах області спостерігається загальна тенденція зростання кількості смертей, а в Ренійському районі кількість смертей за десять років збільшилась на 10% (рис. 4.24).

**Таблиця 4.39 – Динаміка смертності в Одеській області в 2011-2020 роках**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	33688	33648	33523	34155	34555	33570	33361	33607	33091	34809
Ізмаїльський	762	722	749	760	752	662	659	688	713	733
Кілійський	874	881	857	835	837	803	757	774	754	828
Ренійський	596	581	572	596	579	556	547	545	561	606

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)





**Рисунок 4.24 – Динаміка смертності в Одеській області в 2011-2020 роках**

В області спостерігається негативний природний приріст протягом всього періоду, що свідчить про переважну кількість смертей над народженнями. При цьому, в Одеській області природний приріст ставав все меншим з кожним роком, і досяг найнижчої точки у 2020 році, коли кількість смертей перевищила кількість народжень на 14 254 людини. Про це свідчать дані з таблиці 4.40. У трьох районах також спостерігається негативний природний приріст, проте розмір втрат становив значно меншу кількість осіб порівняно з Одеською областю в цілому.

**Таблиця 4.40 – Динаміка природного приросту в Одеській області, осіб**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	-4463	-3264	-4448	-4690	-7139	-7153	-8166	-	-	-
Ізмаїльський	27	95	13	10	-119	4	-72	-142	-232	-264
Кілійський	-129	-123	-135	-140	-216	-142	-178	-202	-303	-339
Ренійський	-79	-52	-50	-113	-132	-142	-180	-221	-278	-320

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

В Одеській області була позитивна природна міграція тільки в 2012 та 2018 роках, в інші роки кількість виїжджаючих перевищувала кількість прибуваючих (таблиця 4.41). У Ізмаїльському та Кілійському районах була від'ємна природна міграція протягом усього спостережного періоду, тобто кількість виїжджаючих перевищувала кількість прибуваючих. У Ренійському районі також відбувалась від'ємна природна міграція за винятком 2011 та 2020 років.

Таблиця 4.41 – Динаміка природної міграції в Одеській обл. в 2011-2020 рр, осіб.

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	2020
Одеська обл.	4090	10127	5781	4639	986	7696	9075	5131
Ізмаїльський	-33	-129	-180	-155	-53	-279	-104	-104
Кілійський	-68	-207	-159	-91	-237	-318	-332	-189
Ренійський	100	-84	-144	-82	-41	-158	-129	-128

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

У період з 2011 по 2020 рр. спостерігалось зменшення середньооблікової кількості штатних працівників в Одеській області, з 513,1 тис. осіб в 2011 році до 401,7 тис. осіб у 2020 році (рис. 4.25). Данні динаміки середньооблікової кількості штатних працівників представлені в таблиці 4.42. Також спостерігалось зниження кількості працівників у всіх трьох регіонах області.

Таблиця 4.42 – Динаміка середньооблікової кількості штатних працівників, тис. осіб

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	513,1	510,4	488,6	470	438,2	429,4	425	421,5	412,1	401,7
Ізмаїльський	5,5	5,4	4,3	4,2	3,5	4	4,1	3,5	3,1	3,0
Кілійський	7	7,3	6,2	6	6,3	5,9	5,8	5,8	5,1	4,6
Ренійський	6,1	5,3	4,8	4,6	4,1	4,4	4,3	4	3,6	3,3

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

За останні десять років в Одеській області спостерігався від'ємний природний приріст, тобто кількість смертей перевищувала кількість народжень, що це призвело до скорочення загальної кількості населення області. Також варто зазначити, що за цей період відбувалася природна міграція людей, коливання якої були нестабільними.

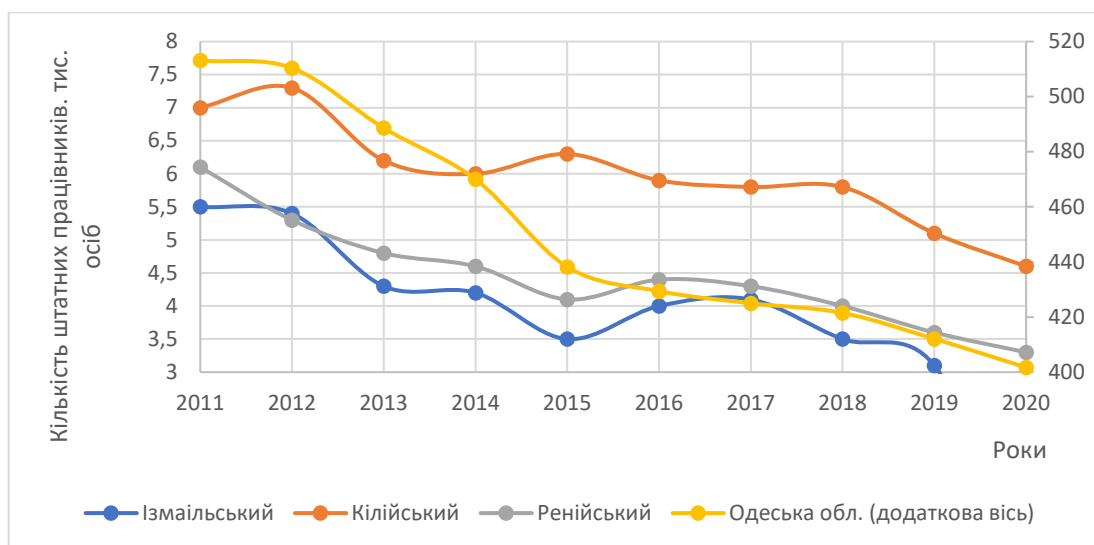


Рисунок 4.25 – Динаміка середньооблікової кількості штатних працівників, тис. осіб

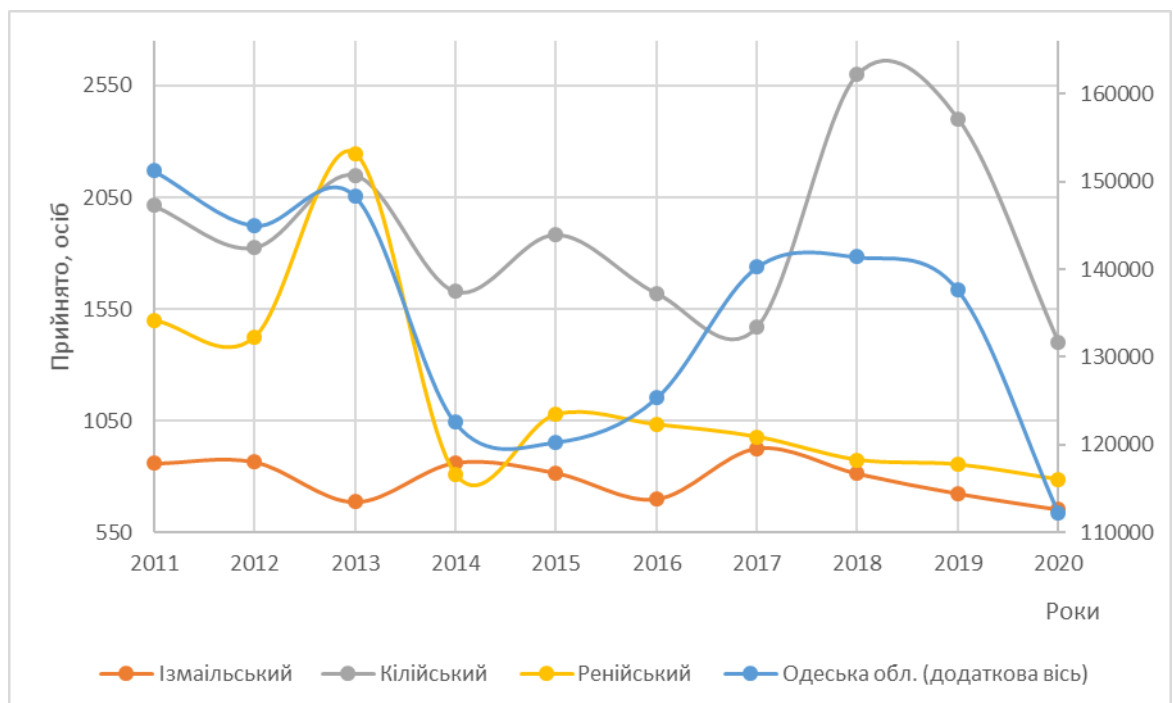
Щодо зайнятості, середньооблікова кількість штатних працівників в Одеській області за останні роки також зменшувалася. У містах Ізмаїлі, Кілії та Рені зменшення кількості працівників було помітнішим, але загальна динаміка у всіх районах була спрямована в той же напрямок.

Також можна відзначити, що за останні десять років в Одеській області спостерігалася коливання кількості прийнятих і звільнених працівників. Зокрема, в Ізмаїльському районі кількість прийнятих і звільнених працівників була менша порівняно з іншими районами, а в Кілійському районі – більша, що видно з таблиць 4.43 та 4.44. Рівень динаміки прийнятих та звільнених працівників проілюстрований на рис. 4.26 і рис. 4.27.

**Таблиця 4.43 – Динаміка кількості прийнятих на роботу штатних працівників в Одеській області за 2011-2020 роки, осіб**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	151249	144989	148355	122537	120331	125323	140248	141388	137621	112217
Ізмаїльський	860	867	689	863	818	702	927	815	726	655
Кілійський	2013	1824	2149	1628	1883	1621	1470	2600	2402	1402
Ренійський	1499	1422	2247	811	1078	1033	978	875	854	787

\*Адміністрація до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



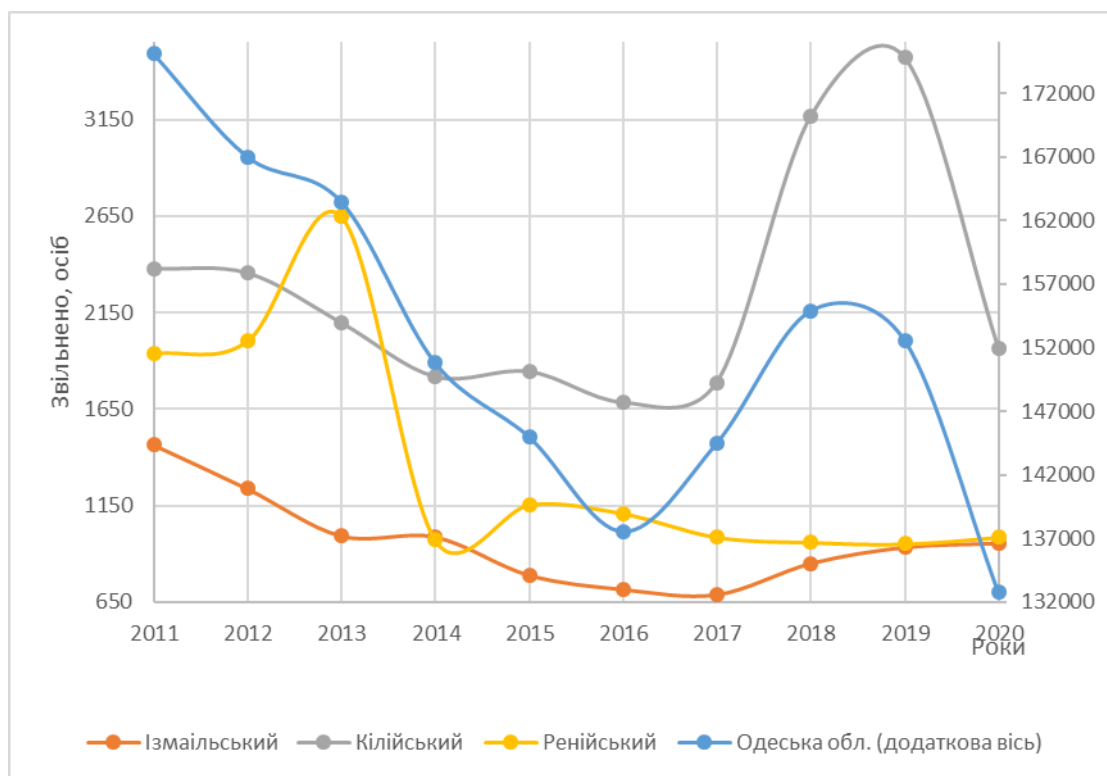
**Рисунок 4.26 – Динаміка кількості прийнятих на роботу штатних працівників в Одеській області за 2011-2020 роки, осіб**

**Таблиця 4.44 – Динаміка кількості звільнених з роботи штатних працівників в Одеській області за 2011-2020 роки, осіб**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	175096	167007	163473	150815	144991	137555	144513	154902	152593	132754
Ізмаїльський	1465	1237	992	987	788	714	687	849	933	954
Кілійський	2376	2353	2095	1815	1842	1682	1787	3167	3472	1964
Ренійський	1937	2002	2646	972	1154	1109	987	959	951	986

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

За десятирічний період з 2011 до 2020 року середньорічна номінальна заробітна плата штатних працівників в Одеській області зросла з 2387 до 10336 грн, що відображено в таблиці 4.45. Середньооблікова кількість штатних працівників зменшилася з 513,1 тис. осіб в 2011 році до 401,7 тис. осіб у 2020 році, кількість прийнятих і звільнених осіб також зменшилася. Динаміка середньорічної заробітної плати відображена на графіку на рис. 4.28.



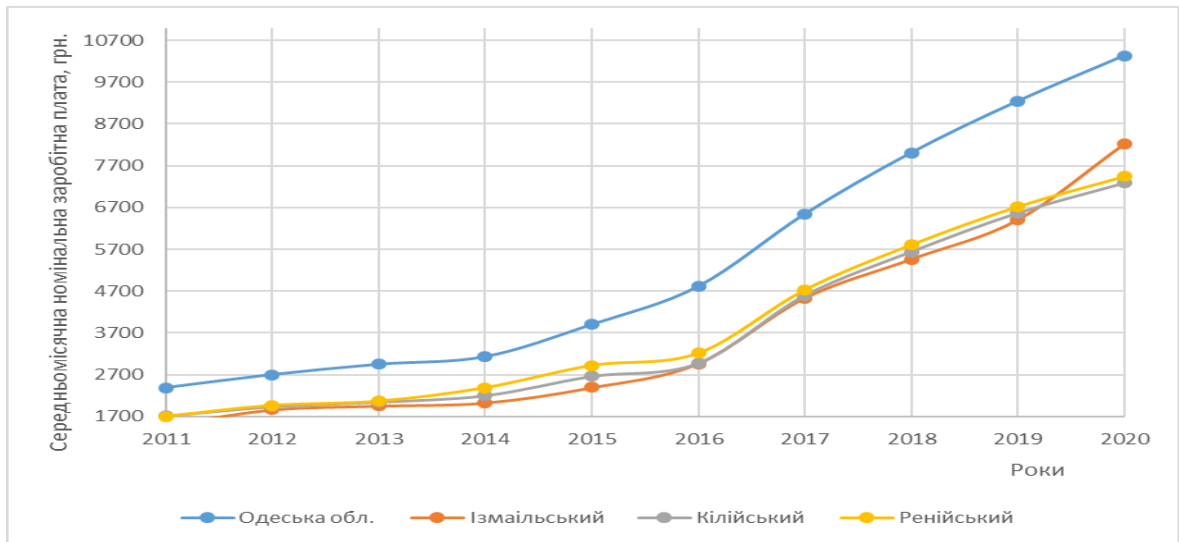
**Рисунок 4.27 – Динаміка кількості звільнених з роботи штатних працівників в Одеській області за 2011-2020 роки, осіб**

**Таблиця 4.45 – Динаміка середньорічної заробітної плати в Одеській області за 2011-2020 роки, грн.**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	2387	2700	2947	3129	3897	4809	6542	8011	9246	10336
Ізмаїльський	1495	1863	1956	2029	2393	2967	4535	5465	6406	8215
Кілійський	1708	1933	2043	2197	2658	2973	4590	5639	6567	7283
Ренійський	1706	1968	2070	2390	2922	3215	4726	5804	6718	7438

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

Динаміка фінансового результату до оподаткування зазначена в таблиці 4.46. У 2011 році всі три регіони показали позитивний результат, проте роком пізніше, в 2012 році, Одеська область та Кілійський район зазнали негативних фінансових результатів до оподаткування, тоді як Ізмаїльський район збільшив свій прибуток. У 2013 році ситуація різко погіршилася для Одеської області та Кілійського району, коли їхні результати стали значно більш негативними, ніж в попередні роки.



**Рисунок 4.28 – Динаміка середньорічної заробітної плати в Одеській області за 2011-2020 роки, грн.**

**Таблиця 4.46 – Динаміка фінансового результату до оподаткування, млн.грн**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	286,3	–	–	–	–15663,4	–	6793,2	23628,7	23628,7	–
Ізмаїльський	36,1	13,1	27,2	98,1	260,6	127,3	188,8	149,4	8,7	–62,5
Кілійський	33,2	–17,9	6,3	–918,2	–581,5	–231,3	–616,7	173,3	–92,3	–101,8
Ренійський	–4,0	–97,1	4,1	–477,1	–203,8	53,3	120,2	225,4	763,2	–

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

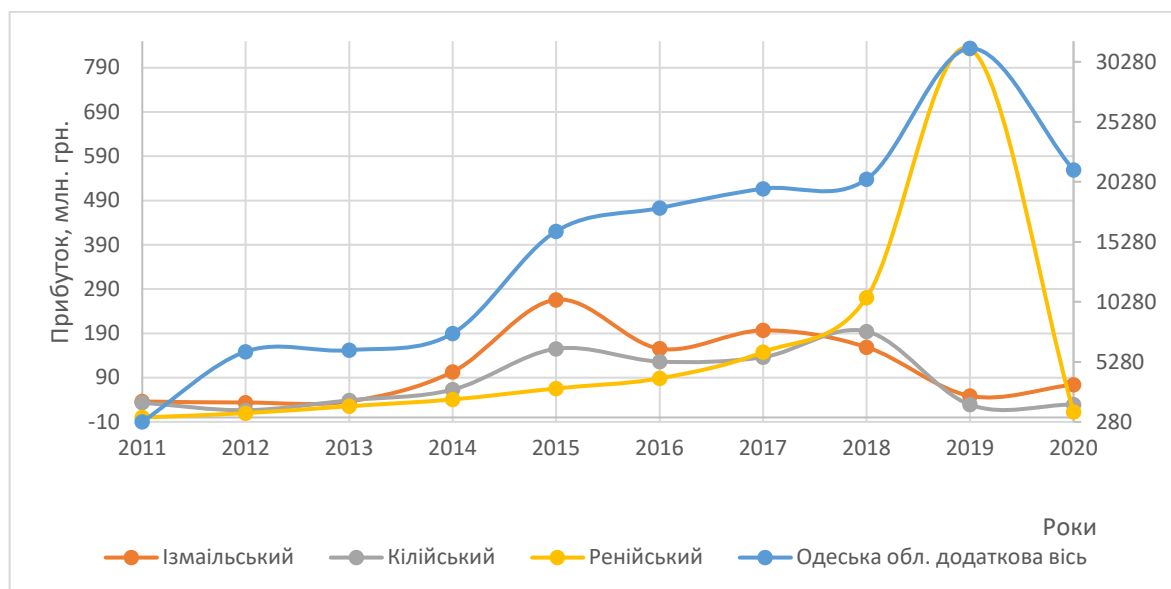
У 2014 році фінансовий результат Одеської області та Кілійського району став надзвичайно від'ємним, що свідчить про великі збитки в цих регіонах. Втім, в наступні роки вони почали покращувати свої фінансові показники. У 2015 році Ізмаїльський район також зазнав значних збитків, але в наступні роки він показував стабільний ріст свого фінансового результату. У 2017 році Одеська область повернулася до позитивного результату, що продовжилось і в наступні роки, але рівень прибутку не досягав значень, які були в 2011-2012 роках.

Значення прибутку до оподаткування прибуткових підприємств в Одеській області зростали протягом усього періоду, за винятком 2011 та 2012 років, коли прибуток був меншим (рис. 4.29). У 2020 році значення прибутку до оподаткування в Одеській області становило 21273,6 млн грн, що зазначено в таблиці 4.47.

**Таблиця 4.47 – Прибуток до оподаткування прибуткових підприємств, млн. грн.**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	286,3	6137,5	6253,2	7654,1	16166,5	18097,2	19713,4	20496	31400,9	21273,6
Ізмаїльський	36,1	33,7	36,2	103,1	266	155,4	196,7	158,8	48,7	74,3
Кілійський	33,2	16,4	38,8	62,9	155,2	126,3	136,2	194,4	28,8	29,3
Ренійський	-4,0	9,7	25,4	40,7	65,6	88,3	147,8	270,8	833	12,4

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.29 – Прибуток до оподаткування прибуткових підприємств, млн.грн.**

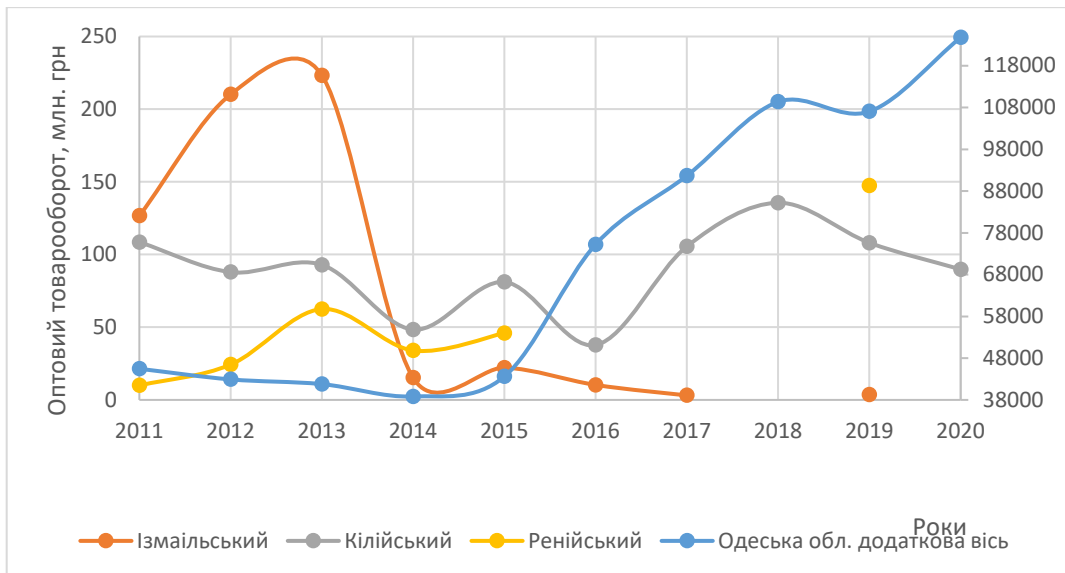
За період з 2011 по 2020 рік оптовий товарооборот Одеської області зріс на 174,4%, з 45,5 млрд грн до 124,8 млрд грн (таблиця 4.48). У той же час, Ізмаїльський та Кілійський райони також зазнали певного зростання оптового товарообороту, а Ренійський район показав найбільший зріст з 9,9 млн грн у 2011 році до 147,4 млн грн у 2019 році, що проілюстровано на рис. 4.30.

Капітальні інвестиції в Одеській області зростали з 8 млрд грн у 2011 році до більш як 21 млрд грн у 2020 році (таблиця 4.49). Однак, можна помітити спад інвестицій у 2013 році, який втім був компенсований значним зростанням у наступні роки, зокрема у 2016-2017 роках. У той же час, у Ізмаїльському районі був помітний тривалий спад інвестицій від 2014 до 2020 року, з максимальним значенням в 179 тис. грн у 2017 році.

Таблиця 4.48 – Динаміка Оптового товарообороту в Одеській обл. за 2011-2020 рр

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	45452,7936	42905,8	41784,1	38824,5	43597,4	75226,7	91670,6	109363	107057	124780
Ізмаїльський	126,6327	210,1	223,3	15,2	22,2	10,3	3,1		3,6	
Кілійський	108,5552	87,9	92,9	48,4	81,1	37,8	105,6	135,6	108,1	89,8
Ренійський	9,9313	24,3	62,5	34	46				147,4	

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



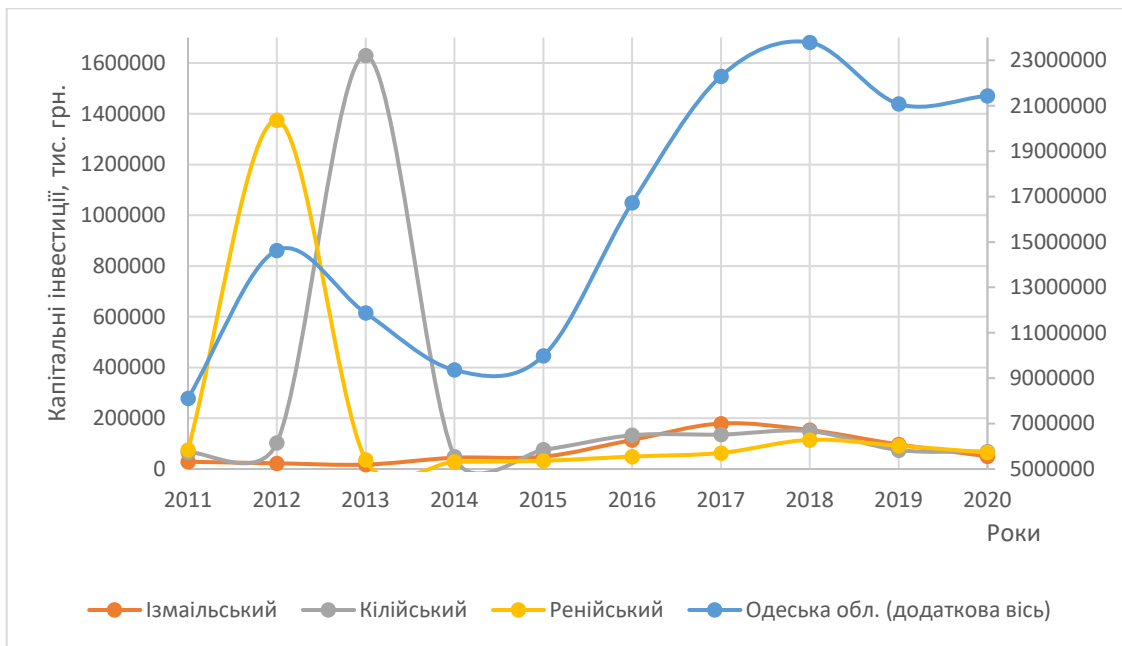
Рисунки 4.30 – Динаміка Оптового товарообороту в Одеській обл. за 2011-2020 рр

У Кілійському районі також спостерігалось спад інвестицій у 2014 році, але у наступні роки було зафіксовано зростання. У Ренійському районі можна помітити періодичні коливання рівня інвестицій, з максимальним значенням у 1374 тис. грн у 2012 році і деяким зниженням у наступні роки, проте загальна тенденція залишається позитивною. Ця тенденція простежується з рис. 4.31.

Таблиця 4.49 – Динаміка капітальних інвестицій у фактичних цінах в Одеській області в 2011-2020 роках, тис.грн.

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	81190 78	146311 68	118721 78	93613 48	99835 23	167286 98	222997 36	237877 70	210801 35	214376 23
Ізмаїльський	28649	22650	17486	44436	48557	114527	179313	153301	96737	50224
Кілійський	65689	103012	162995 6	48552	76157	133145	135839	149419	74830	68916
Ренійський	75284	137421 0	36198	28954	32683	49179	63385	115025	91757	64775

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.31 – Динаміка капітальних інвестицій у фактичних цінах в Одеській області в 2011-2020 роках, тис. грн.**

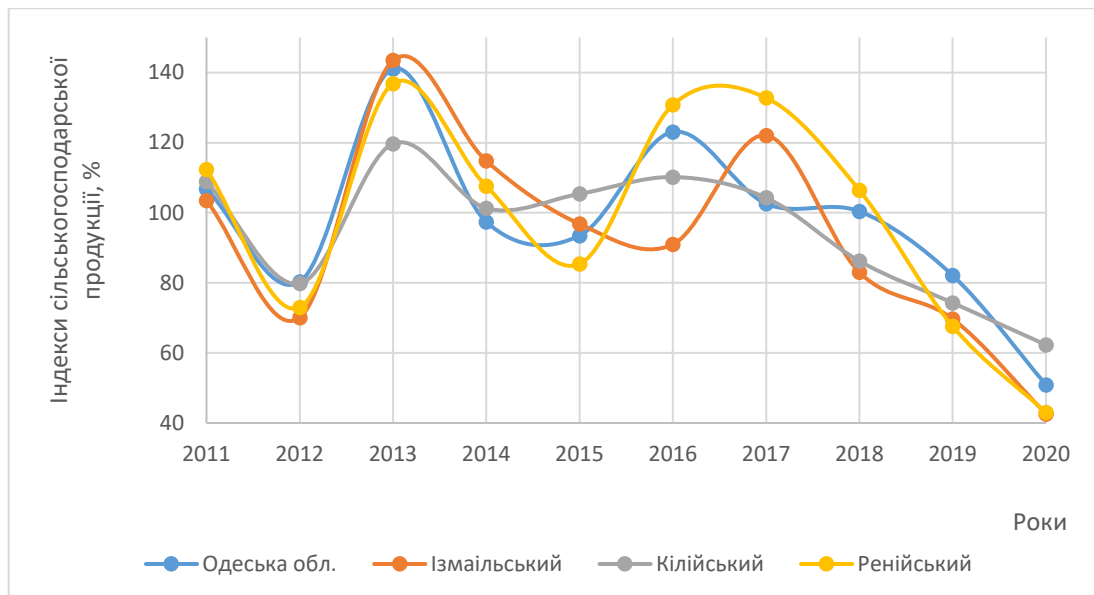
Аналізуючи дані про індекси сільськогосподарської продукції у Одеській області за період з 2011 по 2020 роки, можна побачити, що загалом по регіону спостерігається нестабільна динаміка (рис. 4.32). Індекси показують різні зростання та спади в різні роки. У деяких районах, таких як Кілійський, спостерігалось стабільне зростання індексів протягом десятирічного періоду, тоді як у Ренійському районі він значно коливався (таблиця 4.50). У 2020 році загальний індекс сільськогосподарської продукції в Одеській області суттєво зменшився порівняно з попередніми роками, що може свідчити про проблеми в аграрному секторі регіону.

**Таблиця 4.50 – Індекси сільськогосподарської продукції, відсотків до попереднього року в Одеській області в 2011-2020 роках, %**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	106,8	80,3	141,1	97,4	93,5	123,1	102,6	100,4	82,1	50,9
Ізмаїльський	103,5	70,1	143,5	114,8	96,8	91	122,1	83	69,7	42,6
Кілійський	108,9	79,8	119,7	101,3	105,4	110,2	104,3	86,2	74,3	62,3
Ренійський	112,4	73	136,9	107,6	85,4	130,8	132,8	106,4	67,6	43

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)





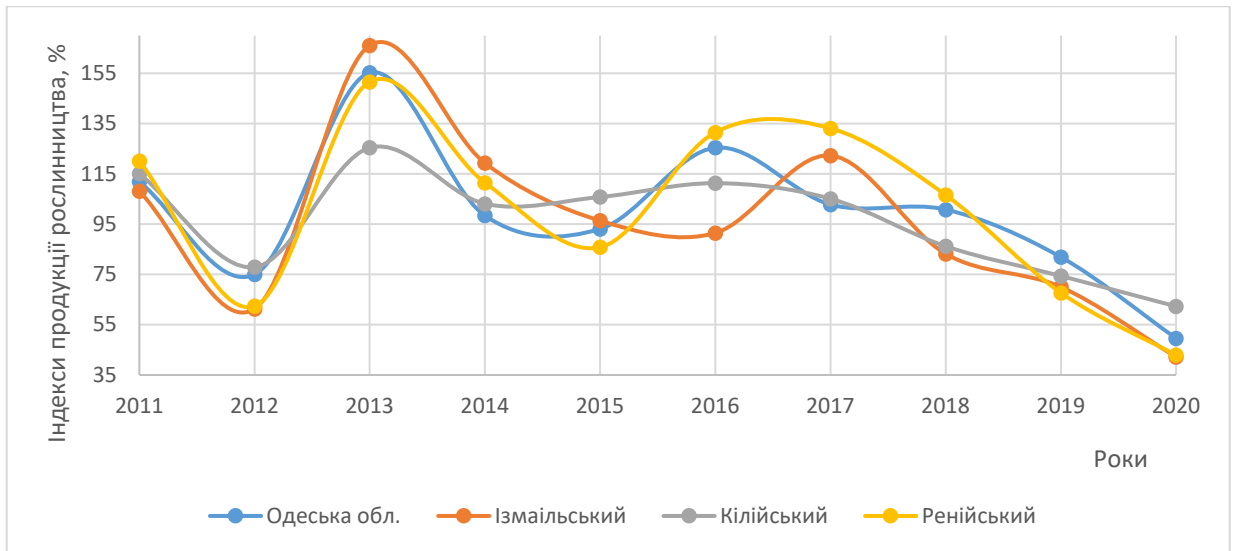
**Рисунок 4.32 – Динаміка індексу сільськогосподарської продукції, відсотків до попереднього року в Одеській області в 2011-2020 роках, %**

Незважаючи на те, що індекси продукції рослинництва в окремі роки відображали позитивну динаміку, загальний тренд на протязі десяти років був дещо негативним. Це проілюстровано на рис. 4.33. У 2012 році спостерігалось значне зниження показників в усіх районах, а в 2020 році вони ще більше знизилися в порівнянні з початковими значеннями 2011 року (таблиця 4.51).

**Таблиця 4.51 – Динаміка індексу продукції рослинництва, відсотків до попереднього року в Одеській області за 2011-2020 роки, %**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	111,9	75	155,2	98,4	93,1	125,4	102,8	100,8	81,9	49,6
Ізмаїльський	108,1	61,3	166,1	119,3	96,4	91,5	122,3	83,2	70	42,2
Кілійський	115,1	77,9	125,4	103,1	105,8	111,3	105,1	86,2	74,4	62,3
Ренійський	120,1	62,4	151,6	111,5	85,8	131,5	133,1	106,6	67,7	42,9

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.33 – Динаміка індексу продукції рослинництва, відсотків до попереднього року в Одеській області за 2011-2020 роки, %**

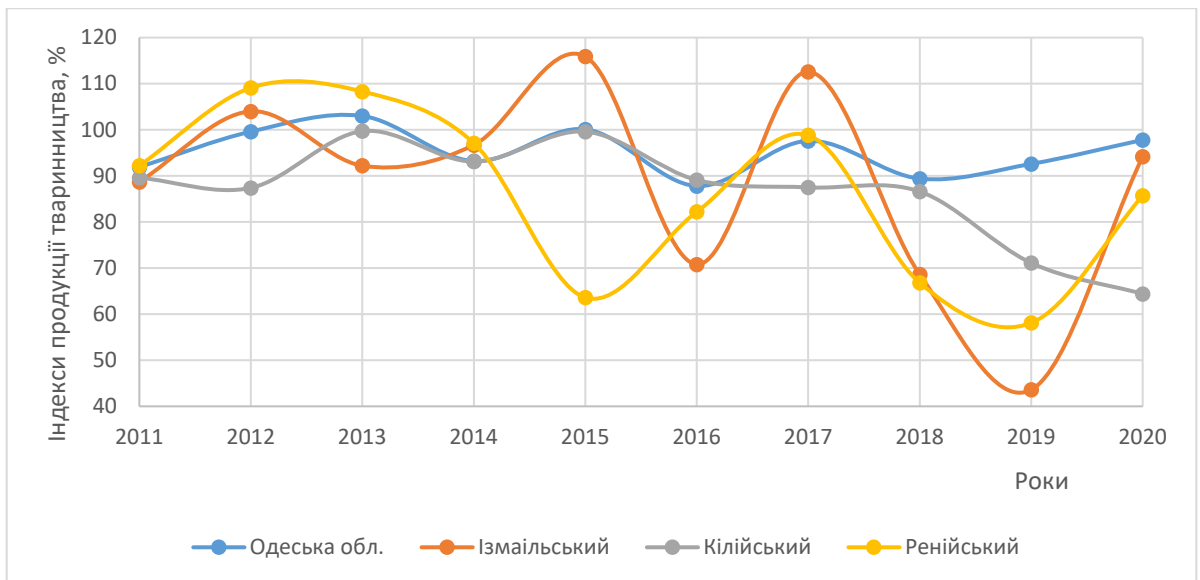
Індеси продукції тваринництва в Одеській області та Кілійському районі зберігаються на стабільному рівні протягом досліджуваного періоду, з незначними коливаннями від -10% до +10%. У той же час, Ізмаїльський та Ренійський райони показують більш високу змінність в індексах продукції тваринництва з різними показниками від -35% до +45%. Про це свідчать данні з таблиці 4.52 з супровідним графіком на рис. 4.34.

В період з 2011 по 2020 рік спостерігався стабільний ріст обсягу промислової продукції в Одеській області. Зокрема, у 2020 році обсяг продукції досягнув майже 71 млрд грн, що є більш ніж утрьох більше порівняно з 2011 роком.

**Таблиця 4.52 – Динаміка індексу продукції тваринництва, відсотків до попереднього року в Одеській області за 2011-2020 роки, %**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	91,9	99,6	103	93,2	100,1	87,8	97,6	89,4	92,6	97,8
Ізмаїльський	88,7	104	92,2	96,7	115,9	70,8	112,6	68,6	43,6	94,2
Кілійський	89,6	87,4	99,7	93,1	99,6	89,1	87,5	86,6	71,1	64,4
Ренійський	92,2	109,1	108,3	97,1	63,6	82,2	98,8	66,8	58,1	85,7

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.34 – Динаміка індексу продукції тваринництва, відсотків до попереднього року в Одеській області за 2011-2020 роки, %**

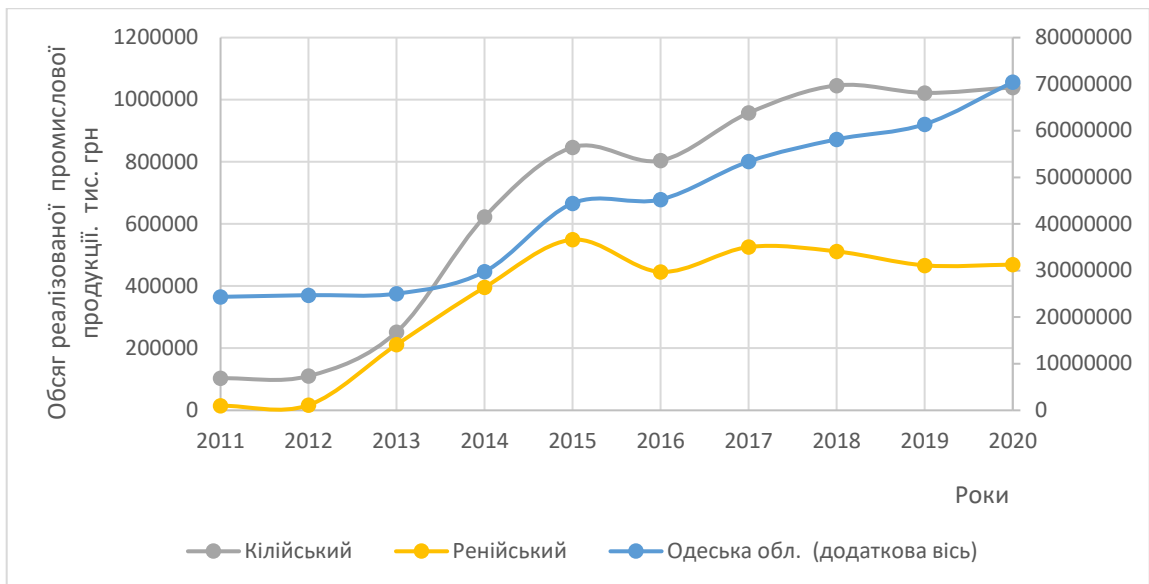
У той же час, як можна побачити з таблиці 4.53, окремі райони області можуть мати різні темпи зростання промислової продукції. Наприклад, в Ізмаїльському районі відсутні дані щодо обсягу продукції в цей період. У Кілійському та Ренійському районах був помітний ріст обсягу продукції, проте він був менш інтенсивним порівняно з регіональним середнім значенням.

Кілійський район показав стабільне зростання з 2011 року, з відносно невеликим зростанням в 2013 році, але зростанням більш ніж удвічі в 2014 році обсягу промислової продукції (таблиця 4.54, рис. 4.35). Потім зростання було трохи повільнішим у наступні роки, але все ж зростання продовжувалось. У 2020 році обсяг реалізованої промислової продукції в Кілійському районі становив близько 1,5% від загального обсягу регіону.

**Таблиця 4.53 – Динаміка обсягу реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) в Одеській області за 2011-2020 роки, тис грн**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	243599 10,1	247226 37,3	250410 61,4	297754 75,6	444377 58,7	452564 81,9	533958 48,8	581664 90,2	614080 47,6	704375 63,9
Ізмаїльський										
Кілійський	103273, 6	110368, 4	252351, 4	623038, 8	846876, 5	804163, 8	957641, 8	104607 1,1	102198 4,5	103979 8,9
Ренійський	5008	16942,9	211509, 8	395968, 4	549407, 7	445789, 8	525817, 2	511594, 2	466787, 8	469154, 4

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.35 – Динаміка обсягу реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) в Одеській області за 2011-2020 роки, тис грн**

Ренійський район також показав стабільне зростання з 2011 року, з невеликим зростанням у 2013 році та помітнішим зростанням у 2014 році. Зростання продовжувалося у наступні роки, хоча і з більшими варіаціями, та в 2020 році обсяг реалізованої промислової продукції в Ренійському районі становив близько 0,7% від загального обсягу регіону.

**Таблиця 4.54 – Динаміка обсягу реалізованої промислової продукції (товарів, послуг в Одеській області за 2011-2020 роки), %**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ізмаїльський										
Кілійський	0,4	0,4	1	2,1	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,5
Ренійський	0,1	0,1	0,8	1,3	1,2	1	1	0,9	0,8	0,7

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

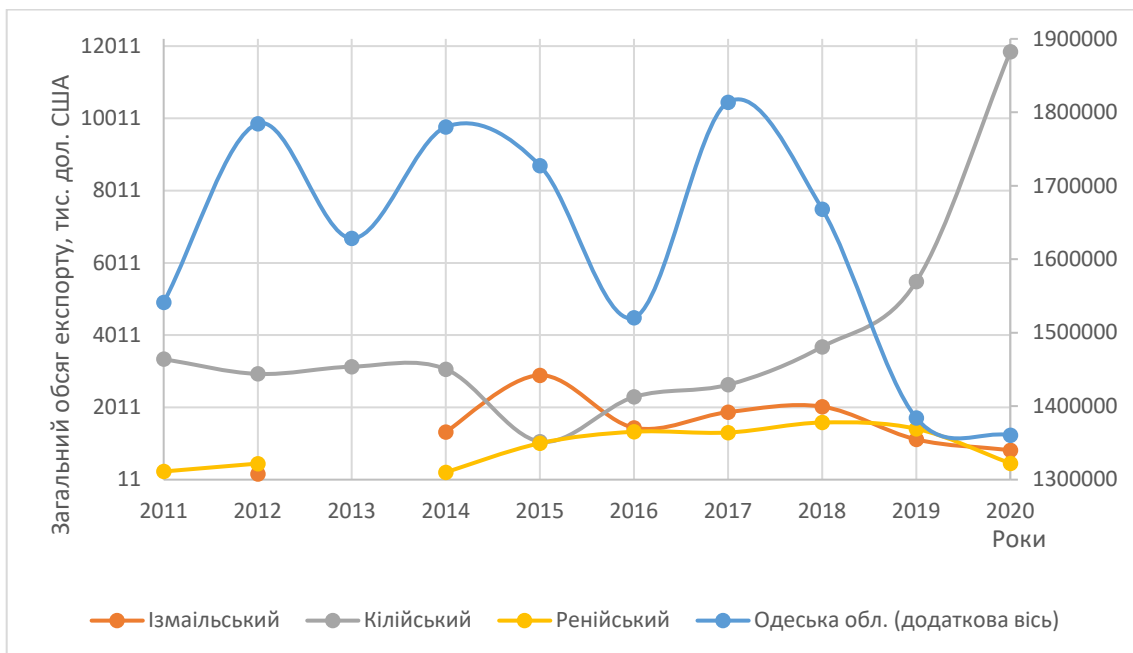
За розглянутий період, загальний обсяг експорту товарів Одеської області складався зі значних коливань. Починаючи з 2011 року, експорт зріс до 1784640 тис. доларів США в 2012 році, проте потім він почав зменшуватись, досягнувши мінімуму в 2020 році з обсягом 1360392 тис. доларів США (таблиця 4.55) При цьому, Кілійський район став лідером експорту в області, що зумовлено значним зростанням експорту у 2020 році. Ізмаїльський район та Ренійський район також мають певний обсяг експорту, проте вони значно менші порівняно з Кілійським районом. Динаміка по районах простежується з графіку на рис. 4.36.

**Таблиця 4.55 – Динаміка загального обсягу експорту товарів в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	1541121	1784640	1628431	1780071	1727480	1520474	1813852	1668314	1384103	1360392
Ізмаїльський		171,6		1332,8	2900,9	1448,6	1879,9	2033	1124,9	826,7
Кілійський	3346,5	2937,7	3137,8	3068	1065,2	2299,5	2637,7	3687,6	5490,8	11852,4
Ренійський	237,3	456,1		214,8	1019,7	1337,4	1314,8	1592,4	1419,1	465

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

У загальному, імпорт товарів в Одеській області має тенденцію до зниження впродовж останніх десяти років. У 2011 році обсяг імпорту становив 4014173 тис. доларів США, а в 2020 році - 2183765,40 тис. доларів США (таблиця 4.56) Ізмаїльський район відзначився високими обсягами імпорту у 2016 та 2017 роках, проте пізніше спостерігалось зменшення цих обсягів. За період з 2011 по 2020 роки Кілійський район Одеської області зазнав значного зростання імпорту товарів, з 269,8 тис. доларів у 2011 році до 4,3 млн доларів у 2020 році. У Ренійському районі спостерігалась також певна динаміка, але загальні обсяги імпорту залишалися відносно незначними порівняно з іншими районами області, що видно на рис. 4.37.



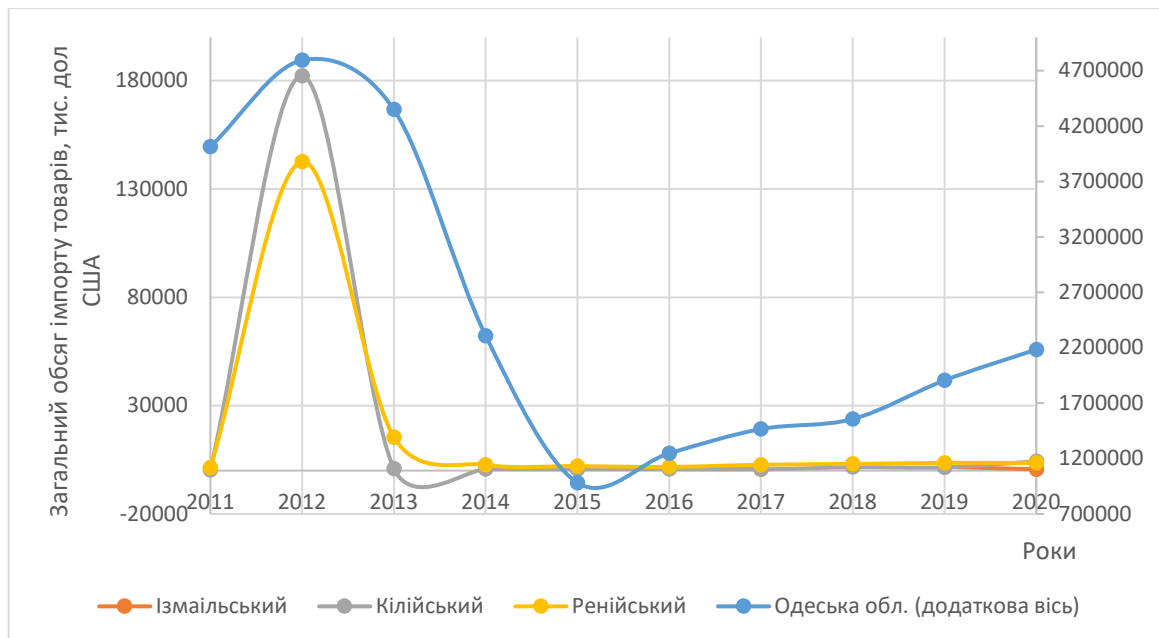
**Рисунок 4.36 – Динаміка загального обсягу експорту товарів в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

**Таблиця 4.56 – Динаміка загальні обсяги імпорту товарів в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

Рік	2011	2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	4014173	4793335,90	4347747,80	2308024,70	981959,10	1247001,60	1465877,70	1556159,20	1905103,40	2183765,40
Ізмаїльський						1092,70	768,80		1732,50	640,40
Кілійський	269,8	182170,3	941,6	680,8	650,40	665,70	610,30	1556,30	1493,20	4266,90
Ренійський	1336,7	142606,9	15392,2	2717,5	2089,00	1711,10	2700,40	3070,30	3572,90	3556,10

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

Загальний обсяг експорту послуг Одеської області знижувався з 2011 по 2015 рік, після чого знову зріс до 2019 року, а потім трохи зменшився в 2020 році. У той же час, щодо Кілійського району зазначена інформація лише для 2013 року, тоді як щодо Ізмаїльського району немає наданих даних взагалі.



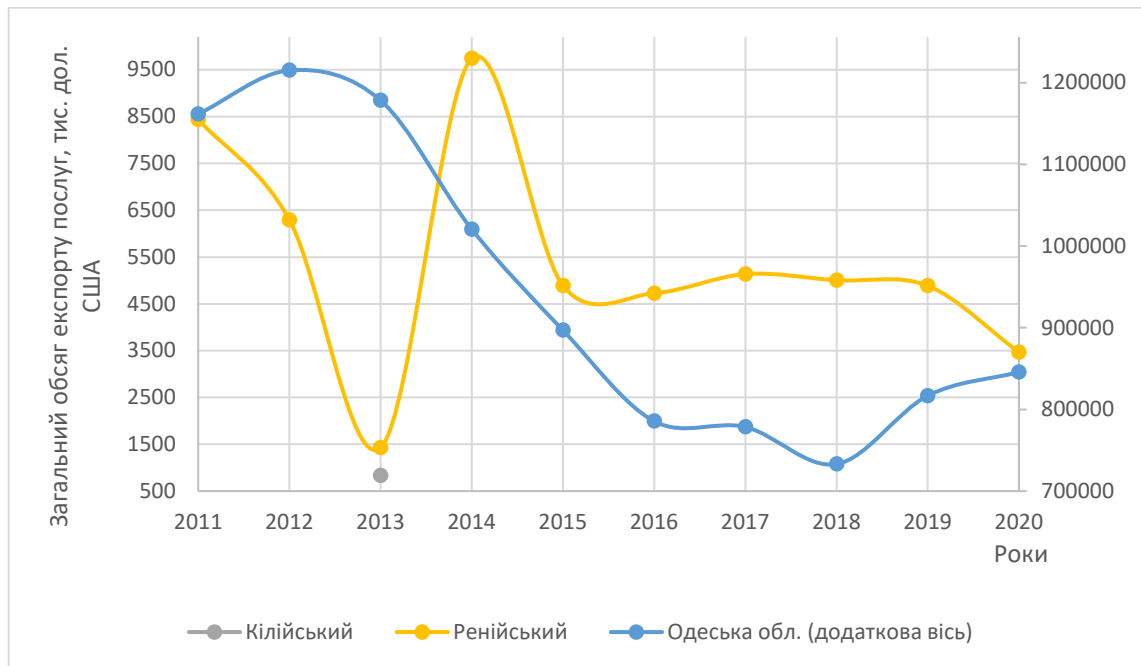
**Рисунок 4.37 – Динаміка загальні обсяги імпорту товарів в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

Найвищий рівень експорту в Ренійському районі був зафіксований у 2011 році, після чого він поступово зменшувався до 2013 року (рис. 4.38). У наступні три роки спостерігалось певне зростання, але в 2017 році він знову зменшився. Проте від 2017 до 2019 року спостерігалась стабільність, і обсяг експорту послуг становив близько 5 тис. доларів США. У 2020 році обсяг експорту послуг зменшився до 3,5 тис. доларів США (таблиця 4.57). Такі коливання можуть бути пов'язані з різноманітними факторами, такими як економічні тенденції, політична ситуація, зміни в ринкових умовах тощо.

**Таблиця 4.57 – Динаміка Загального обсягу експорту послуг в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	1161680	1215118	1178293	1020560	896909	785593	778506	733094	816795	845702
Ізмаїльський										
Кілійський			829,8							
Ренійський	8440,2	6292,4	1429,5	9741,2	4890,7	4727,3	5136,3	5003,4	4885,7	3466,5

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.38 – Динаміка загального обсягу експорту послуг в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

Загальний обсяг імпорту послуг в Одеській області зростав у період з 2011 по 2013 рік, після чого зменшувався до 2015 року. Проте в 2016 році обсяг імпорту послуг знову почав збільшуватися, і до 2019 року було зафіксовано стійке зростання. Тенденції простежуються на рис. 4.39. У 2020 році обсяг імпорту послуг збільшився на 14,9% порівняно з попереднім роком та становив 305 692 тис. доларів США (таблиця 4.58). Ізмаїльський та Кілійський райони не мають наданих даних про обсяг імпорту послуг. У Ренійському районі було зафіксовано експорт послуг вперше у 2019 році, коли обсяг склав 629,6 тис. доларів США, та зріс у 2020 році до 847,7 тис. доларів США.

**Таблиця 4.58 – Загальні обсяги імпорту послуг в Одеській області за 2011-2020 роки, тис.дол. США**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	200336	255392	268632	217467	132454	134368	192497	215635	265868	305692
Ізмаїльський										
Кілійський										
Ренійський									629,6	847,7

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.39 – Загальні обсяги імпорту послуг в Одеській області за 2011-2020 роки, тис. дол. США**

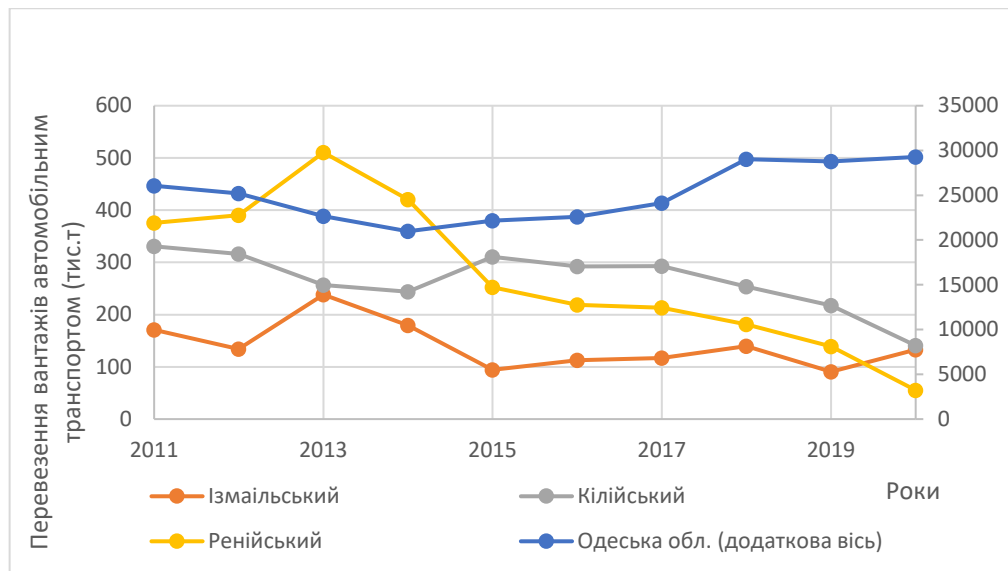
Загальний обсяг перевезень вантажів в Одеській області за збільшився на 12,2% за період з 2011 по 2020 роки, що видно з графіку на рис. 4.40. Найбільший обсяг перевезень був зафіксований в 2020 році - 29 278 тис.т, тоді як найменший - у 2013 році - 22 664 тис.т. Кілійський район мав найвищу кількість перевезень вантажів в 2015 році - 310,5 тис.т, в той час як в Ізмаїльському та Ренійському районах це значення склало 94,2 та 252,4 тис.т відповідно. Динаміка перевезень по роках зазначена в таблиці 4.59.

**Таблиця 4.59 – Динаміка перевезення вантажів автомобільним транспортом в Одеській області за 2011-2020 роки (тис.т)**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	26048,5	25184,4	22664	20975,4	22151,5	22598,8	24141,7	29012,2	28785,2	29278
Ізмаїльський	171	134,00	238,30	179,50	94,20	112,70	117,20	139,70	90,70	133,20
Кілійський	330,8	316,3	256,8	243,9	310,50	292,30	292,70	253,90	217,50	140,80
Ренійський	375,9	390,6	510,5	420,5	252,4	218,50	213,30	181,50	139,30	55,30

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)





**Рисунок 4.40 – Динаміка перевезення вантажів автомобільним транспортом в Одеській області за 2011-2020 роки (тис.т)**

Найбільші зростання в обсягах перевезень вантажів зафіксовано в Кілійському районі, де вони зросли на 57,2% за 10-річний період, в порівнянні зі зниженням в Ренійському районі на 85,3% у той же період.

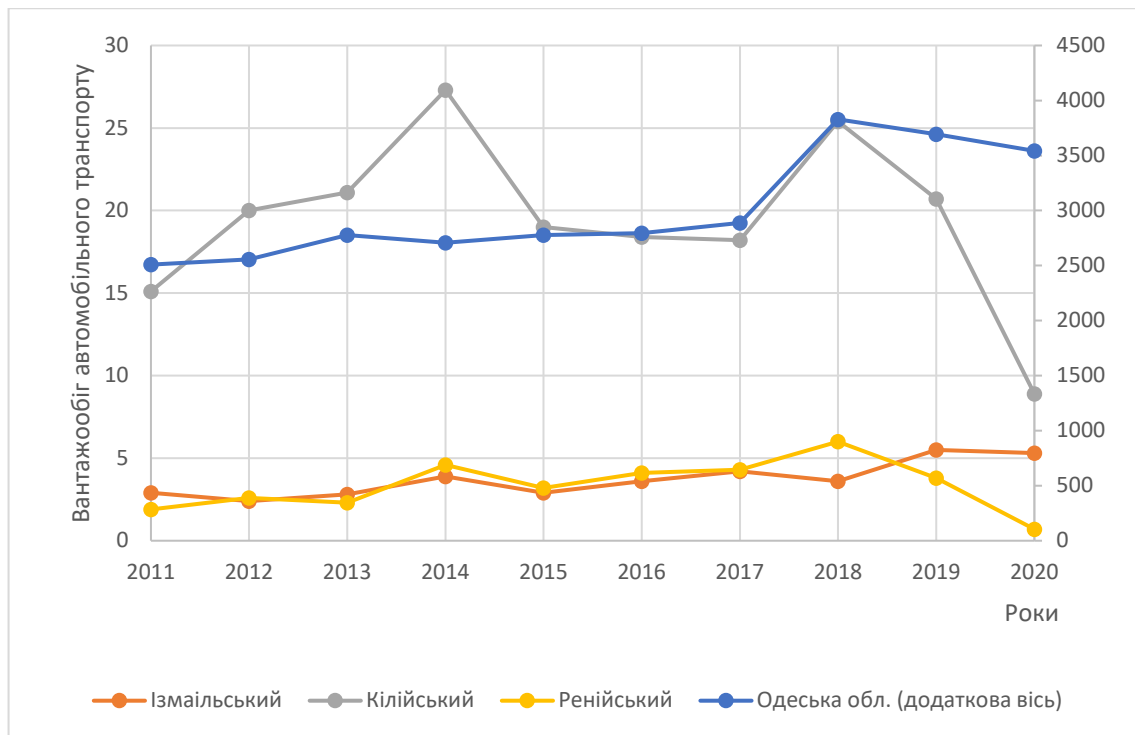
За останні десять років вантажообіг автомобільного транспорту в Одеській області збільшився на близько 40%, з 2509 млн тонно-кілометрів у 2011 році до 3543,1 млн тонно-кілометрів у 2020 році, що зазначено в таблиці 4.60. Протягом цього періоду були роки зі зростанням (2011-2013, 2015-2019) та роки зі зменшенням (2014, 2020) вантажообігу (рис. 4.41). У Кілійському районі було два роки зі значним зростанням вантажообігу (2013 і 2018), але в 2020 році він суттєво скоротився.

За десять років кількість перевезених пасажирів скоротилася майже в чотири рази. Були роки зі значним зменшенням (2011-2015, 2019-2020) та роки зі зростанням (2016-2018) кількості перевезених пасажирів, проте загальна тенденція була спадна (таблиця 4.61). У різних районах області були різні темпи зменшення перевезень пасажирів. Наприклад, у Ренійському районі пасажирські перевезення зменшилися менше, ніж у Ізмаїльському та Кілійському районах, що видно з рис 4.42.

**Таблиця 4.60 – Динаміка вантажообігу автомобільного транспорту в Одеській області за 2011-2020 роки, млн т.км**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	2509	2555,21	2778,21	2707,91	2776,8	2796,21	2886,91	3828,8	3693,5	3543,1
Ізмаїльський	2,9	2,40	2,80	3,90	2,90	3,60	4,20	3,60	5,50	5,30
Кілійський	15,1	20	21,1	27,3	19,00	18,40	18,20	25,40	20,70	8,90
Ренійський	1,9	2,6	2,3	4,6	3,20	4,10	4,30	6,00	3,80	0,70

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



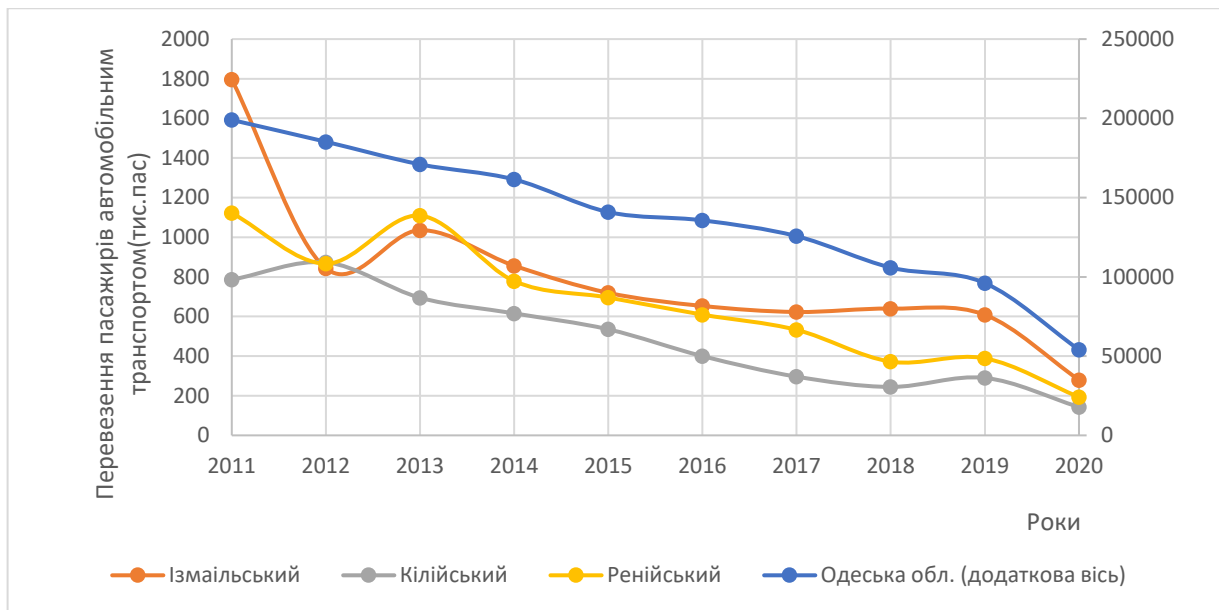
**Рисунок 4.41 – Динаміка вантажообігу автомобільного транспорту в Одеській області за 2011-2020 роки, млн т.км**

Пасажиروобіг автомобільного транспорту загального користування в Одеській області та її округах зменшувався в період з 2011 по 2015 рік, після чого знову зріс (рис. 4.43). У 2020 році загальний обсяг пасажируобігу скоротився в порівнянні з попереднім роком. У Ізмаїльському та Кілійському районах пасажируобіг зменшувався весь період. У Ренійському районі пасажируобіг збільшувався до 2014 року, після чого зменшувався, але знову зріс в 2019 році, проте в 2020 році знову знизився. Данні по пасажируобігу за період з 2011 по 2020 рік знаходяться в таблиці 4.62.

**Таблиця 4.61 – Динаміка перевезень пасажирів автомобільним транспортом загального користування в Одеській області за 2011-2020 роки (тис.пас.)**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	199001	185231	170975	161473	140862	135647	125685	105847	96070,5	54031,8
Ізмаїльський	1796,4	843,00	1035,60	856,20	719,4	653,20	622,7	639,7	608,5	279,7
Кілійський	785,8	872,9	694,7	615,8	535,2	400,10	296,3	244,5	290,1	143
Ренійський	1122,1	866,6	1109,1	778,7	695,70	609,20	532,50	372,10	388,80	193,30

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)

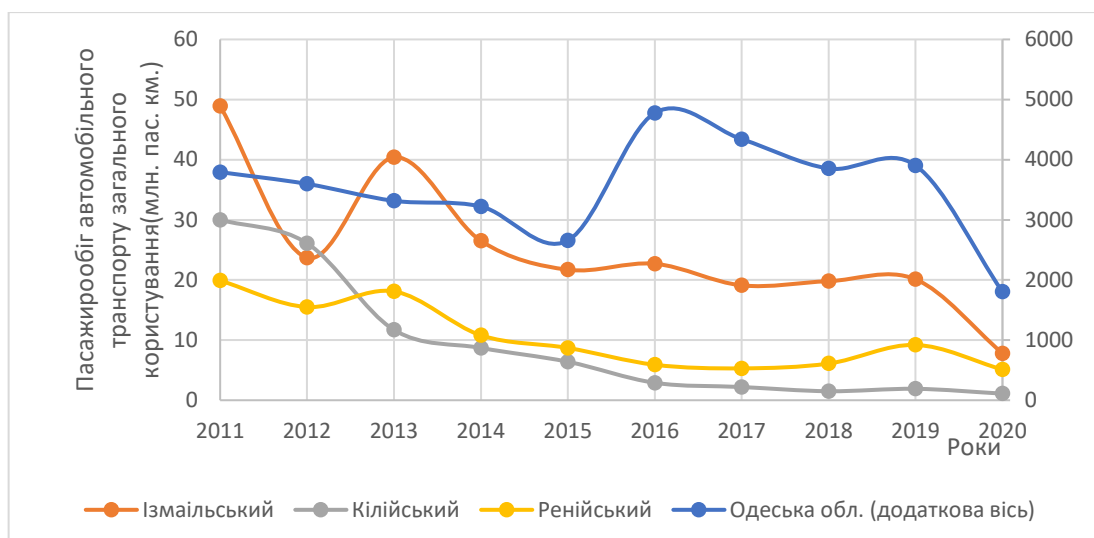


**Рисунок 4.42 – Динаміка перевезень пасажирів автомобільним транспортом загального користування в Одеській області за 2011-2020 роки (тис. пас.)**

**Таблиця 4.62 – Динаміка пасажирообігу автомобільного транспорту загального користування(млн. пас. км) в Одеській області за 2011-2020 роки**

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Одеська обл.	3793,2	3597,8	3315,9	3221,9	2656,6	4777,3	4341	3852,8	3903,1	1802,9
Ізмаїльський	48,9	23,70	40,40	26,50	21,70	22,70	19,10	19,80	20,10	7,80
Кілійський	30	26,1	11,7	8,7	6,40	2,90	2,20	1,50	1,90	1,10
Ренійський	19,9	15,5	18,1	10,8	8,70	5,90	5,30	6,10	9,20	5,10

\*Адміністрування до 2020 року (постанова ВР № 3650 від 17.07.2020 р.)



**Рисунок 4.43 – Динаміка пасажирообігу автомобільного транспорту загального користування(млн. пас.км) в Одеській області за 2011-2020 роки**

Важливе значення для регіону мають річкові порти.

Ізмаїльський морський торговельний порт – важливий морський річний транспортний вузол України, в якому тісно переплітаються морські, річкові, залізничні і автомобільні магістралі. Порт засновано на початку XIX ст. Порт розташований на лівому березі Килійського гирла між 84 і 94 км річки Дунай (м. Ізмаїл Одеської області). Прохід суден до порту здійснюється через Сулінський канал або через глибоководний судноплавний канал «Дунай – Чорне море» на українській ділянці р. Дунай.

У 1995 році підприємство розпорядженням Ізмаїльського міськвиконкому від 13.06.95 р. № 213 перереєстроване в Ізмаїльський морський торговельний порт, з державною формою власності, підпорядкований Міністерству транспорту України.

Згідно з Законом України «Про морські порти України» в 2013 році було здійснено реорганізацію ДП «ІЗМ МТП» шляхом виділу частини майна до новоствореного підприємства Ізмаїльська філія Державного підприємства «Адміністрація морських портів України».

Для ДП «ІЗМ МТП» притаманна лінійно-функціональна організаційна структура управління. В структурі ДП «ІЗМ МТП» виділяються: виробничо-перевантажувальні комплекси (ВПК-1, ВПК-2, ВПК-3), керуючий орган - портова адміністрація (управління). Є свій флот портовий, автобаза, ремонтно-будівельна дільниця, виробничий комплекс механізації тощо.

Основні види діяльності:

- здійснення діяльності, пов'язаної з послугами морських та річкових портів: вантажно-розвантажувальні роботи, щипчандлерські послуги, технічне обслуговування рейдового флоту, роботи з обробки транспортних засобів, ремонту та утримування судноплавних водних шляхів та інших об'єктів;
- здійснення складських операцій з вантажами;
- обслуговування суден за заявками судновласників;
- швартування та відшвартування морських і річкових суден, постановки їх на якірні місця і зняття з якоря;
- діяльність, пов'язана з транспортно-експедиційними послугами, декларуванням, пакуванням та іншими роботами, пов'язаними з перевезеннями;
- надання послуг з перевезення, в т.ч. з міжнародних перевезень пасажирів, багажу та вантажів річковим, морським та автомобільним транспортом;
- здійснення будівництва, розвитку, реконструкції, капітального ремонту, модернізації, технічного переозброєння і нагляду за технічною експлуатацією, портових споруджень і гідротехнічних об'єктів (підхідних каналів, внутрішньої акваторії, причальної лінії тощо) та інші.

Річна проектна потужність причалів, якими користується ДП «ІЗМ МТП» станом на 31.12.2021 складає 8500 тис. тон на рік.

ДП «ІЗМ МТП» користується 19 причалами загальною довжиною причального фронту 2182,73 п. м., які належать ІФ ДП «АМПУ».

Загальна площа складських площадок підприємства на 31.12.2021 складає – 226279,54 м<sup>2</sup>: з них відкритих – 201107,14 м<sup>2</sup>; критих (8 од.) – 25172,4 м<sup>2</sup>.

Морський порт обслуговується однією залізничною станцією з трьома залізничними в'їздами. До порту примикають автомобільні дороги.

В службово-допоміжному флоті станом на 31.12.2021 знаходиться 19 одиниць плавзасобів, із них 14 – самохідних, 5 – несамохідних.

Буксири: в роботі: т/х «Портовый-1», т/х «Портовый-26», т/х «Московский-8», т/х «Портовый-5», т/х «Портовый-8»; у відстої: т/х «Портовый-27».

Лоцманські катера: в роботі: т/х «Лоцман-1», в відстої: т/х «Лоцман-2»

Пасажирські катери: в відстої: т/х «Юний моряк», «Rio 500 midi»

Судна - зборщики: в роботі: т/х «Дон».

Судна-бункерувальники: в відстої: т/х «Водолей-2», т/х «Буялык».

Несамохідні судна (баржі): в роботі: «СП-1», «СП-2».

Причальні понтони: Т-037, Т-234

Плавкрани: №№ 10, 22 (самохідні), 204/16 (несамохідний).

Знаходження підприємства на р. Дунай значною мірою впливає на його діяльність, низькі, або занадто високі рівні води, чи змерзання, унеможливають виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на повну потужність. Наприклад, 2011 рік та початок 2012 року, коли діяльність ДП «ІЗМ МТП» була повністю паралізована загальним терміном 173 дні, та початок 2017 року, коли навігація через льодову кампанію була закрита протягом 42 днів з 10.01.2017 по 20.02.2017. Саме тому для зменшення своїх ризиків вантажовласники частково диверсифікують логістичні потоки доставки своєї сировини через інші напрямки (залізниця, порт Констанца тощо.)

Слід також зазначити, що на недоотримання вантажів для перевалки підприємством в повному обсязі впливає нерівномірність підходу поїздів на станцію Ізмаїл, що призводить до простою маршрутів на проміжних станціях, у зв'язку з чим зменшується необоротність вагонів.

ДП «Ізмаїльський морський торговельний порт» спеціалізується на вантажопереробці суховантажних сипучих вантажів – вугілля, залізородної сировини, які прямують до металургійних комбінатів Сербії, Болгарії, Австрії.

Враховуючи те, що ДП «ІЗМ МТП» є експортними воротами України для придунайських країн, великий вплив на його роботу має фінансово-економічна ситуація в цих країнах.

Як наслідок пандемії COVID-19 та запровадження у світі карантинних та обмежувальних заходів знизився попит на сировину кінцевими споживачами – металургійними комбінатами Європи, які стагнують та знижують обсяги свого виробництва.

В ЄС металургійний сектор значною мірою пов'язаний з автомобілебудуванням, на яке припадає 20% споживання сталі. Зупинка автомобільних заводів призвела до скорочення виробництва сталі на європейських заводах. Крім того, конкуренцію вітчизняній залізородній сировині складає бразильська, яка прямує до кінцевих споживачів через румунський порт Констанца.

Світові ціни на ЗРС зросли, поступово перевищивши кілька локальних максимумів. Аварія на хвостосховищі компанії Vale в Бразилії, скорочення виробництва (як наслідок) та низка інших катаклізмів призвели до очікувань дефіциту залізної руди в світі. При цьому ціни на металопродукцію перебувають на порівняно низькому рівні. Таким чином, скорочення спреда цін між рудою і металопродукцією призвело до зниження маржинальності виробництва сталі. Металургійні комбінати Європи займають очікувану позицію. При таких високих цінах на ЗРС вони невзможі конкурувати з Китаєм.

Саме через ці причини з II кварталу 2020 року спостерігалось зменшення обсягів вантажопереробки залізородної сировини.

В травні 2018 року з плану завезення МПС РФ було знято весь заявлений обсяг транзитного (російського) вугілля, що складав 133,6 тис. т (1803 вагони) на місяць. Офіційно ніяких пояснень не було надано.

Вугілля було однією з основних частин вантажопотоку ДП «ІЗМ МТП». З 2015 року, після заборони експорту вугілля, обсяг транзитного складає від 18 до 22 % загальної вантажопереробки ДП «ІЗМ МТП». Так, в 2015 році перевалка вугілля склала 991,6 тис. т, відповідно 22 % від загальної вантажопереробки, в 2016 році – 958,7 тис. т (18 %), в 2017 році – 957 тис. т (20 %), в 2018 році – 746 тис. т (17 %).

Втрата цього важливого вантажопотоку негативно відобразилась на рівні вантажопереробки підприємства і до сих пір не вбачається перспектив для його відновлення.

ДП «Ренійський морський торговий порт» розташований на р. Дунай (м. Рені Одеської області) на стику українського, румунського та молдавського кордонів, на перетині міжнародних транспортних коридорів. Територія морського порту включає частину огороженої берегової смуги (по лівому берегу р. Дунай) від 123,6 км до 128,3 км р. Дунай.

Зв'язок з Чорним морем здійснюється через глибоководний судновий хід по гирлу «Бистре» та Сулінському каналу.

Основними напрямками діяльності ДП «Ренійський морський торговий порт», який діє на підставі статуту, є організація виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, зберігання насипних, генеральних, наливних вантажів та обробка транспортних засобів. Місцезнаходження: лівий берег річки Дунаю, м. Рені, Одеської області

Основні види діяльності за КВЕД-2010:

49.41 Вантажний автомобільний транспорт;

52.10 Складське господарство;

52.22 Допоміжне обслуговування морського транспорту;

52.24 Транспортне оброблення вантажів;

52.59 Інша допоміжна діяльність у сфері транспорту;

68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого майна.

Фактично, після реформування портів, впродовж періоду з 2013 – 2021 років послуги з вантажного автомобільного транспорту, транспортного оброблення вантажів не здійснювались.

ДП «РМТП» у своєму складі має 3 вантажних райони, які можуть здійснювати навантажувально-розвантажувальні роботи з перевантаження генеральних, насипних вантажів, наливних вантажів та контейнерів, нестандартного обладнання.

Порт налічує 39 причалів загальною довжиною 3920 м. Глибини біля причалів порту складають від 2 до 7,5 м і дозволяють приймати всі судна, осадка яких дозволяє пройти Сулінський канал. Кількість стивідорних компаній: 12

Залізна інфраструктура на території Ренійського морського порту складається з портової станції Рені-Порт-Експорт, яка у січні 2022 року опрацювала 2066 вантажних вагонів. Сама ж станція складається з мережі під'їзних залізничних колій загальною протяжністю 21,4 км, які примикають до залізничних колій загального користування станцій Рені та Рені-Наливна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця» та обслуговуються нею.

Маневрова робота з портовими вантажами проводиться маневровими тепловозами серії ЧМЕЗ локомотивних депо станцій Рені та Одеса-Сортувальна, локомотивного депо Одеса-Сортувальна, Одеської залізниці. Поїзна робота виконується магістральними вантажними тепловозами 2ТЕ116У та 2ТЕ10М, які приписані до локомотивного депо Одеса-Сортувальна з базуванням в оборотному локомотивному депо Арциз. Окрім того, у перевезеннях вантажів задіяні й магістральні вантажні тепловози 2ТЕ10Л Молдовської залізниці.

На даний час не існує безпосереднього зв'язку станції Рені із залізницями України. Всі залізничні перевезення здійснюються транзитом через Молдову по ділянках ДП «Залізниця

Молдови» Новосавіцька – Етулія, через переходи на кордонах Кучурган (Україна) – Новосавіцька (Молдова), та Етулія (Молдова) - Фрікацей (Україна). Через прикордонний перехід Джурджулешти (Молдова) – Рені (Україна) здійснюється зв'язок із залізницями Молдови та Румунії.

Саме через відсутність безпосереднього зв'язку Ренійського транспортного вузла із мережею залізниць України ускладнюється становище ДП «Ренійський морський торговельний порт» на ринку транспортних послуг. Необхідність транзиту вантажів через Молдову призводить до збільшення транспортних витрат вантажовласників, що значним чином впливає на конкурентоспроможність послуг нашого підприємства у порівнянні із ДП «Ізмаїльський морський торговельний порт» та головними регіональними конкурентами нашого підприємства, якими є порти Констанца та Галац (Румунія), порт Джурджулешти (Молдова).

Виробничо-фінансова діяльність порту також залежить від погодних умов та природних явищ на Дунаї, які призводять до обмеження навігації по річці Дунай пароплавствами Братиславської угоди. Насамперед це є надзвичайно низькі влітку або високі навесні рівні води. Іноді у зимові місяці можливе закриття навігації у зв'язку з льодовою обстановкою.

Максимальна виробнича потужність порту з урахуванням нафтоналивних вантажів складає 12,3 млн. тонн, максимально досягнута у 1989 році – 10,5 млн. тонн.

Державне підприємство «Морський торговельний порт Усть - Дунайськ» утворене Наказом Міністра Морського флоту СРСР від 20 червня 1980 року № 129 на основі Базис прийому й обслуговування ліхтеровозів. Порт розташований на південному березі Жебріяновської бухти в дельті річці Дунай (м. Вилково Одеської області) на штучно утвореній території. До складу порту входять портовий пункт Кілія і портовий пункт Вилкове. Причальна лінія морського порту складає 0,15 км (1 причал), з глибинами до 6 м. Порт не має залізничного сполучення. Портовий пункт Вилково зв'язаний автомобільним сполученням.

Порт є державним унітарним підприємством і діє як державне комерційне підприємство, засноване на державній власності, підпорядковане Департаменту реформування та функціонування морського та річкового транспорту, та входить до сфери управління Міністерства інфраструктури України, відповідно Статуту, який затверджено наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 16.04.2007 та зареєстровано Кілійською районною державною адміністрацією від 21.05.2007 за № 15361050002000328.

Порт створений з метою надання послуг з перевалки вантажів з одного виду транспорту на інший, обслуговування суден, пасажирів і вантажів на відведених Порту території та акваторії, перевезення вантажів і пасажирів на судах, що належать Порту, а також для



забезпечення безпеки судноплавства в Порту, здійснення державного нагляду за безпекою мореплавства та отримання прибутку.

Згідно з п. 2.2 Статуту основними видами діяльності Порту є:

- навантаження та розвантаження суден;
- перевалка вантажу з одного транспорту на інший;
- транспортно - експедиторські та складські операції;
- зберігання вантажів та здійснення складських операцій з вантажами та товарами;
- морське та річкове буксирування плавзасобів;
- фрахтування морського торговельного флоту;
- бункерування плавзасобів пально-мастильними матеріалами і прісною водою, збір і здача льяних і фекальних вод, збір сміття;
- надання послуг плавзасобами Порту;
- забезпечення безпечної стоянки суден;
- інші види діяльності, які не заборонені законодавством України.

Найбільшими контрагентами, що здійснюють виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на території портового пункту Кілія морського порту, є наступні: ТОВ «Давос».

Морський підхідний канал до порту «Усть-Дунайськ» має протяжність 7 км. і веде до трьох якірних стоянок для великотоннажних суден, але необхідні для судів глибини там втрачені. Ще один сполучний канал довжиною в 1,5 км. пролягає від ковша порту до рукава Прорва.

Морський підхідний канал має ширину 80-100 м, глибину – 8 м. Проектна глибина гавані – 13 м. В даний час вона набагато менше.

Спеціалізація порту – перевалка вантажів з морських судів на річкові для подальшого транспортування по Дунаю і навпаки. Порт здійснює перевалку і транспортно-експедиторське обслуговування транзитних, зовнішньоторговельних і каботажних вантажів, складські операції.

Він може забезпечити прийом, безпечну стоянку та обробку ліхтерів, їх накопичення для подальшого транспортування.

Основу вантажообігу порту (понад 2/3) складають навалочні та насипні вантажі: руда, концентрати руд, зерно. Крім цього, переробляються метали, обладнання, текстильна сировина, папір і целюлоза. Вантажі доставляються судами, несамохідними баржами і ліхтерами. Порт здатний переробляти до 4 млн тонн вантажів на рік.

Вантажний причал у Вилковому спеціалізується на перевантаженні навалювальних і генеральних вантажів. Довжина причалу – 117 м, глибини біля причалу – 1,6 м.

Морський вокзал Вилкове Усть-Дунайського філії ДП «АМПУ» - база обслуговування ліхтерів. Довжина причалів: 65 м. Плавпричал з береговою інфраструктурою. Глибини біля причалу: 3,5-4,0 м. Види діяльності: пасажирські перевезення.

До складу «Морського торговельного порту Усть - Дунайськ» відноситься портовий пункт Кілія. Портовий пункт Кілія розташований на 47- му км річки Дунай. До акваторії портового пункту відноситься водний простір Кілійського гірла р. Дунай від 42 км до 54 км, рахуючи від лівого берега до умовної лінії державного кордону, яка проходить по фарватеру річки. Портовий пункт може переробляти усі види сухих вантажів. Перевантаження вантажів здійснюється через вантажний причал, довжина якого складає 150 м. Причал обладнаний 4-мя порталними кранами. Глибини біля причалу: 1 м від межі – 2,8 м.; 3 м. – 3,4 м.; 5 м – 4,4 м. Площі критих складів: 0,96 тис. кв.м. Площі відкритих складів: 2,5 тис. кв.м. Спеціалізація: нафта і нафтопродукти, газ, масла технічні, масла продуктові, Ро-Ро, зернові, рефрижераторні вантажі, генеральні, навалочні непродовольчих.

Зернопереробний комплекс ТОВ «КРАНШИП» розташований в портпункті Кілія. Призначений для перевалки зерна, експортованого в країни Близького Сходу та Середземномор'я. Глибини біля причалу дозволяють приймати судна дедвейтом 5175 т. Пропускна спроможність комплексу – 100-120 тис. т. на місяць. Інтенсивність перевалки – 2500 т. зерна на добу. Накопичувальні ємності комплексу розраховані на 2000 т. зерна. Особливості зберігання: короточасне зберігання до 15 діб.

Первісна вартість основних засобів Порту станом на 01.04.2019 року складає 96091,0 тис. грн.

До складу портового флоту ДП «МТП Усть-Дунайськ» на 31. 05. 2019 входить 12 одиниць плавучих засобів.

Забезпечення виробничої діяльності порту здійснюється 4 плавучими кранами (СПК -3, СПК - 2, ПЛК-5, ПК-209) вантажопідйомністю 16 тн. кожний, плавучий грейферний перевантажувач (ПГП-2) вантажопідйомністю 25-50 тон (грейферний режим – 25 тон, гаків режим – 50 тон). СПК-3, ПЛК-5 знаходяться в оренді, СПК-2 знаходиться в очікуванні роботи, ПК-209 потребує капітального ремонту.

Для обслуговування несамохідного флоту та для забезпечення швартових робіт в розпорядженні підприємства знаходяться буксир - штовхач «А. Стец» потужністю 300 к. с., б/к «Портовий - 7» потужністю 800 к. с., два буксири - кантувальники «Вітязь» та «Плутон», потужністю 2500 к. с. кожний, морський буксир «Геркулес» потужністю 1600 к. с. Буксир «Горизонт - 2» потужністю 225 к. с. Буксир «Плутон» знаходиться в оренді. Морські буксири «Геркулес», «Вітязь» в очікуванні роботи та буксири «Портовий -7», «Горизонт-2» не задіяні в роботі порту, потребують капітального ремонту.

За погодженням Міністерства інфраструктури України ДП «МТП Усть-Дунайськ» подовжено договори бербоут - чартеру плавзасобів (1 буксир та 3 плавкрани).

Таким чином, ДП «МТП Усть - Дунайськ» співпрацює з підприємствами які здійснюють господарську діяльність на території морського порту на підставі укладених договорів та отримує доходи.

Надходження від оренди плавзасобів складають близько 53,0 % в загальному обсязі валового доходу порту.

За підсумками 12 місяців 2021 року оператори в морських портах України обробили 153 млн 76 тис. т вантажів. Це на 6 млн т, або на 3,8%, менше показника аналогічного періоду попереднього року.

Портові оператори перевантажили експортних вантажів - 118,1 млн т (-4% до аналогічного періоду 2020 року), імпорту - 24 млн т (+1,5%), транзиту - 8,6 млн т (-14,3%), каботажних вантажів - 2,3 млн т (-2,4%).

Найбільше в портах обробили зернових вантажів та руди - відповідно 49,9 млн т (+3,9%) та 37,75 млн т (-14,8%). Перевалка нафтопродуктів зросла на 82% і становила 1,93 млн т.

Обсяг перевалки будівельних матеріалів у 2021 році зріс на 69,2% і сягнув 3,88 млн т.

Водночас скоротилася обробка контейнерів до 1 млн 21 тис. TEU (-2,6%).

За підсумками 2021 року показники портів перевищили обсяги перевалки 2020-го: Ізмаїл - 3,9 млн т (+20,4%), Рені - 1,37 млн т (+74,3%), Усть-Дунайськ - 64,3 тис. т (в 2,6 раза).

Три діючі українські порти на Дунаї у травні обробили майже 1,3 млн тонн вантажів.

Всього в Україні є 18 портів, 5 з них – були тимчасово окуповано у 2014 році, ще 4 – після початку повномасштабного вторгнення росії. Також 6 українських портів заблоковані з моря. Тобто, всього на сьогодні працює 3 порти в дунайському напрямку – Рені, Ізмаїл та Усть-Дунайськ. У березні разом вони перевантажили 400 тисяч тонн вантажів, здебільшого агропромислової продукція, а вже у травні – близько 1,3 млн тонн. У червні плануємо довести їх вантажообіг до 1,5 млн тонн», - зазначив він.

Наразі Рені, Ізмаїл та Усть-Дунайськ працюють фактично на межі, і збільшити вантажообіг портів можна лише за рахунок середньострокових та довгострокових рішень, зокрема, будівництва нових перевантажувальних комплексів.

Динаміка показників діяльності Ізмаїльського, ренійського та Усть-Дунайського портів наведена у таблицях 4.63 – 4.66.

Таблиця 4.63 – Перевалка вантажів в 2010-2019 рр., тис. тонн

Виробник	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ізмаїльський морський порт	6,6	5,0	2,9	2,8	3,1	4,8	5,7	5,1	4,7	4,3
Морський порт «Усть-Дунайськ»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Ренійський морський порт	1,6	1,6	1,1	2,8	1,5	0,9	1,0	1,1	1,3	1,3
ВСЬОГО (Україна)	107,6	113,7	151,0	148,6	144,9	144,6	131,7	132,6	135,2	160,0

Таблиця 4.64 – Перевалка вантажів в розрізі вантажів в 2010-2019 рр., тис. тонн

Порт	Група вантажів	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ізмаїльський морський порт	Наливні				43	74	106	121	131	178	200
	Суховантажні сипучі	6 256	4 465	2 681	2 419	2 756	4 420	5 201	4 669	4 239	3 747
	Гарно-штучні вантажі	377	486	256	301	263	299	361	298	266	337
	Всього вантажів	6 633	4 951	2 937	2 763	3 093	4 825	5 683	5 098	4 683	4 283
	Всього вантажів	18 221	22 639	40 311	43 441	47 432	48 582	39 298	41 898	42 702	53 863
Морський порт «Усть-Дунайськ»	Наливні			14	12	13	6	12	17	22	9
	Суховантажні сипучі	28	24	21	26	45	16	14	33	29	51
	Гарно-штучні вантажі		4		1	3			4		11
	Всього вантажів	28	28	35	39	62	23	25	54	51	71
Ренійський морський порт	Наливні	597	515	195	1 600	325	149	94	43	43	30
	Суховантажні сипучі	844	902	756	1 013	1 126	756	869	1 060	1 275	1 239
	Гарно-штучні вантажі	146	183	110	176	14	2	9	22	14	6
	Всього вантажів	1 587	1 600	1 061	2 789	1 465	907	972	1 125	1 333	1 275
Всього в морських портах	Наливні	21 561	21 425	20 508	19 282	14 349	11 871	10 789	11 016	10 223	11 138
	Суховантажні сипучі	54 799	61 917	96 201	94 410	98 291	105 408	93 413	95 746	94 271	116 775
	Гарно-штучні вантажі	31 283	30 375	34 276	34 913	32 226	27 367	27 544	25 816	30 677	32 087
	Всього вантажів	107 642	113 716	150 985	148 606	144 866	144 646	131 746	132 578	135 171	160 001

Таблиця 4.65 – Перевалка вантажів в розрізі напрямків в 2010-2019 рр., тис. тонн

Порт	Група вантажів	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ізмаїльський морський порт	Внутрішнє сполучення	63	81	35	13	17	42	65	163	16	10
	Експорт	5 266	3 832	1 957	2 021	1 979	3 168	4 122	3 235	3 518	3 424
	Імпорт	60	4	10	56	81	383	182	224	134	228
	Транзит	1 245	1 034	935	673	1 016	1 232	1 314	1 476	1 015	620
	ВСЬОГО	6 633	4 951	2 937	2 763	3 093	4 825	5 683	5 098	4 683	4 283
Морський порт «Усть-Дунайськ»	Внутрішнє сполучення			13	21	14	6	12	18	22	9
	Експорт	28	24	21	16	48	16	14	32	29	51
	Імпорт			2	2				4		11
	Транзит		3								
	ВСЬОГО	28	28	35	39	62	23	25	54	51	71
Ренійський морський порт	Внутрішнє сполучення				0				1		
	Експорт	310	312	299	1 482	216	46	34	20	27	13
	Імпорт	0	3	6	8	21	10		11	38	
	Транзит	1 277	1 285	756	1 299	1 228	851	938	1 092	1 267	1 262
	ВСЬОГО	1 587	1 600	1 061	2 789	1 465	907	972	1 125	1 333	1 275
Всього в морських портах	Внутрішнє сполучення	2 297	2 747	2 346	2 843	3 473	6 841	5 238	1 838	2 131	2 138
	Експорт	61 718	60 081	97 233	100 440	104 687	103 943	100 202	98 517	99 035	120 989
	Імпорт	10 516	11 013	16 084	18 104	15 986	17 959	15 976	20 418	23 784	25 850
	Транзит	33 111	39 876	35 322	27 219	20 719	15 904	10 329	11 805	10 221	11 025
	ВСЬОГО	107 642	113 716	150 985	148 606	144 866	144 646	131 746	132 578	135 171	160 001

**Таблиця 4.66 – Перевалка вантажів в розрізі портів, вантажів та напрямків в 2010-2019 рр., тис. тонн**

Порт	Група вантажів	Напрямок	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ізмаїльський морський порт	Всього вантажів	Внутрішнє сполучення	63	81	35	13	17	42	65	163	16	10
		Експорт	5 266	3 832	1 957	2 021	1 979	3 168	4 122	3 235	3 518	3 424
		Імпорт	60	4	10	56	81	383	182	224	134	228
		Транзит	1 245	1 034	935	673	1 016	1 232	1 314	1 476	1 015	620
		ВСЬОГО	6 633	4 951	2 937	2 763	3 093	4 825	5 683	5 098	4 683	4 283
	Наливні	Внутрішнє сполучення					8	1	2	2	10	5
		Експорт				25	42	53	83	95	75	92
		Імпорт				2	18	52	37	24	14	17
		Транзит				15	5			11	79	86
		ВСЬОГО				43	74	106	121	131	178	200
	Суховантажні сипучі	Внутрішнє сполучення	63	80	35	7	9	40	63	162	6	6
		Експорт	4 987	3 414	1 743	1 805	1 769	2 850	3 694	2 885	3 244	3 137
		Імпорт	56	1	1	1	21	329	143	173	85	113
		Транзит	1 151	970	902	605	957	1 200	1 300	1 449	904	491
		ВСЬОГО	6 256	4 465	2 681	2 419	2 756	4 420	5 201	4 669	4 239	3 747
	Тарно-штучні вантажі	Внутрішнє сполучення	1	1		5	0	0	0	0		
		Експорт	279	418	214	190	167	264	346	255	199	195
		Імпорт	4	3	9	53	41	2	1	26	35	98
		Транзит	93	64	33	53	54	32	14	17	32	43
		ВСЬОГО	377	486	256	301	263	299	361	298	266	337
Морський порт "Усть-Дунайськ"	Всього вантажів	Внутрішнє сполучення			13	21	14	6	12	18	22	9
		Експорт	28	24	21	16	48	16	14	32	29	51
		Імпорт			2	2				4		11
		Транзит		3								
		ВСЬОГО	28	28	35	39	62	23	25	54	51	71
	Наливні	Внутрішнє сполучення			13	12	13	6	12	17	22	9
		Експорт										
		Імпорт			2							
		Транзит										
		ВСЬОГО			14	12	13	6	12	17	22	9
	Суховантажні сипучі	Внутрішнє сполучення				9					1	
		Експорт	28	24	21	15	45	16	14	32	29	51
		Імпорт				2						
		Транзит										
		ВСЬОГО	28	24	21	26	45	16	14	33	29	51
	Тарно-штучні вантажі	Внутрішнє сполучення					1					
		Експорт		1		1	2					
		Імпорт								4		11
		Транзит		3								
		ВСЬОГО		4		1	3			4		11
Всього вантажів	Внутрішнє сполучення				0					1		
	Експорт	310	312	299	1 482	216	46	34	20	27	13	
	Імпорт	0	3	6	8	21	10		11	38		
	Транзит	1 277	1 285	756	1 299	1 228	851	938	1 092	1 267	1 262	
	ВСЬОГО	1 587	1 600	1 061	2 789	1 465	907	972	1 125	1 333	1 275	

Ренійський морський порт	Наливні	Внутрішнє сполучення										
		Експорт	62	25	15	1 420	146	30	9		13	
		Імпорт			2	6	21	5		1	6	
		Транзит	535	490	179	174	158	114	85	41	24	30
		ВСЬОГО	597	515	195	1 600	325	149	94	43	43	30
	Суховантажні сипучі	Внутрішнє сполучення								1		
		Експорт	234	273	284	61	70	16	25	20	11	13
		Імпорт						5		10	32	
		Транзит	611	629	472	952	1 056	735	844	1 029	1 232	1 226
		ВСЬОГО	844	902	756	1 013	1 126	756	869	1 060	1 275	1 239
	Тарно-штучні вантажі	Внутрішнє сполучення				0						
		Експорт	15	14	1	1		0			3	0
		Імпорт	0	3	4	2	0					
		Транзит	131	166	105	173	14	2	9	22	11	6
		ВСЬОГО	146	183	110	176	14	2	9	22	14	6

Впродовж останніх двох десятиріч вихід до Чорного моря через українську частину р. Дунай поступово втрачав своє значення. На міжнародних заходах різного рівня, які стосуються проблем Дунайського транспортного шляху, єдиною розглядається і аналізується наскрізний шлях Дунай-Чорне море лише через румунські канали – Сулінський та Чорновода-Констанца. В колишні роки в транзитному Дунайсько-морському сполученні тільки через українські порти Усть-Дунайськ, Ізмаїл та Рені щорічно перевозилося більш 1 млн. тонн вантажів на порти Середземномор'я та в зворотному напрямку. На даний час румунський порт Констанца щорічно перевалює на р. Дунай більше 10 млн. тонн вантажів і є практично невичерпним джерелом вантажопотоків у напрямку вниз та вгору по р. Дунай.

На цьому тлі актуальним є питання приведення у відповідність з вимогами сьогодення правового режиму міжнародного судноплавства по Дунаю. Мають бути підтверджені та належним чином забезпечені принципи свободи міжнародного торговельного судноплавства по Дунаю та принцип недопущення дискримінації суден за мотивами їх національної належності.

Безперечно, сьогодні питання розвитку транзитного потенціалу України і участь в цьому процесі УДП є ще більш актуальними через дію Угоди про асоціацію між Україною і ЄС, у якій міститься низка положень щодо роботи підприємств морської та річкової галузі. Наприклад, розділ 7 частини 6 Угоди визначає принципи лібералізації сектора транспортних послуг. Так, у галузі міжнародних морських перевезень установлюється режим найбільшого сприяння суднам, які ходять під прапорами України або країн – членів ЄС або ж перебувають в управлінні провайдера послуг, зареєстрованого в цих державах. Це, зокрема, поширюється на такі сфери, як доступ до портів, використання інфраструктури й портових послуг, послуг з обробки морських вантажів, складських послуг.

За різними дослідженнями Україна використовує лише 0,2% можливостей перевезення річкою. Загалом уряд планує збільшити пропускну здатність портів Ізмаїл, Рені й Усть-Дунайськ в акваторії Дунаю. Це пов'язано з тим, що за попередній період із лютого по липень 2022 року місячний вантажообіг цих портів зріс із 30 т до майже 2 млн т.

Останніми роками частка дунайських портів у спільній перевалці в Україні була на рівні 2,5-4,2%. Мінінфраструктури планує збільшити пропускну здатність українських дунайських портів на 70% - до 25 млн т на рік.

До початку повномасштабного вторгнення в Ізмаїльський і Ренійський порти судна заходили тільки через Сулинський канал. Судна сплачують румунській стороні збір і згори заходять в українську частину Дунаю. А знизу, через наш канал, судна пройти не можуть, оскільки канал цього не дозволяє - його не підтримували в належному стані, що спричинило обміління до 4 м за мінімальних необхідних 6, а бажаних 8 м.

Внаслідок війни відбулось блокування українських морських портів. Європейські аналітики цілком допускають спробу путіна в критичний момент порушити «зернову угоду» та повторити блокування українських морських портів.

Потужності відвантаження пошкодженої української портової морської системи знижені, тож має бути компенсаторний варіант (Дунайський рукав). Отже, задля попередження продовольчої кризи, яка призводить до зростання цін на основні продуктові товари, необхідним є забезпечення судноплавства Гирлом Бистре, оскільки румунський Сулинський канал не справляється з товаропотоком. У критичні моменти понад 120 суден з українською агропродукцією чекали на прохід румунським каналом, щоб увійти в українські порти, звісно, заплативши за перехід.

Перспективи України в контексті відновлення ГСХ р. Дунай - Чорне море» такі:

1) Задоволення потреб національної безпеки. Можливість експорту нашої агропродукції - це питання економічної та національної безпеки. І розвиток допоміжної річкової логістики - один із кроків до зменшення загроз.

2) Надходження до бюджету. Зараз увесь потік дунайських зборів йде в Румунію. Навіть ті кораблі, які мають вантажитися в українських портах Ізмаїл і Рені, поки можуть робити це лише через румунські канали. Потенційно Україна здатна збільшити свою частку з 5% до 60+% вантажопотоку шляхом конкурентних переваг.

3) Перспективні проєкти. З початком повномасштабного вторгнення, Європа почала активно співпрацювати з країнами Середньої Азії та шукати логістичні шляхи в обхід росії. Зараз найпопулярніший із них - «Каспій - Кавказ - Туреччина - Європа», але дешевшою альтернативою постачання товарів у Європу й експорту з неї може стати «Каспій - Чорне море - Дунай».

4) Розбудова річкового судноплавства та відповідної інфраструктури, збільшення логістичних і транспортних потужностей.

Основні завдання:

1. Поглибити ГСХ р. Дунай – Чорне мореканал Бистрий до повноцінних 8+ м, щоби приймати судна класу «море - річка», як у румунських каналах. Днопоглиблення до 7,2 м забезпечить можливість у портах Ізмаїл і Рені приймати не лише малотоннажні судна, а хоча би «пароплави» до 6-7 тисяч тонн. У разі поглиблення на повноцінні 8+ м можна буде приймати й великотоннажні судна (до 10 тисяч тонн).

2. Бути відкритими. Поки є можливість будувати та максимально демонструвати відкритість, потрібно вести діалог із європейськими партнерами заради уникнення непорозумінь і демонструвати європейцям економічну вигоду в українській дунайській логістиці та зменшенні витрат на доставку товарів.

#### **4.12 Взаємозв'язок між факторами, включаючи здоров'я населення**

В цілому аналіз гідробіологічних досліджень української частини дельти Дунаю показав, що істотних змін у структурі угруповань гідробіонтів і загальних тенденціях рівня забруднення дунайської води у період, що минув від початку роботи ГСХ Дунай – Чорне море, не відбулося. Виключенням були пункти відбору проб у районі роботи земснарядів із поглиблення рукава Бистрий, де відмічалось значне збіднення фауни безхребетних і порушення структури донних угруповань.

Аналіз режиму днопоглиблення об'єктів ГСХ “Дунай - Чорне море” за останні роки показав, що, не дивлячись на зниження об'єму робіт, площі пошкодження донних угруповань залишаються досить високими, однак днопоглиблення не позначається негативно на донних біоценозах суміжних районів та їх планктонних комплексах. Негативна дія виражається у вилученні разом з ґрунтом і засипці при складуванні ґрунту донних організмів, проте видовий склад і частково біомаса зообентосу після закінчення протягом деякого часу відновлюється.

Результати досліджень *фітопланктону* української частини дельти Дунаю показали помітну різноманітність видового складу фітопланктонних угруповань у межах гирлової області Дунаю, з більшою однорідністю у рукавах і значно вищими показниками - як загальної кількості видів, так і кількісного розвитку - в кутах, а також чутливість до локальних змін у гідрологічному й гідрохімічному режимах. Було встановлено, що склад фітопланктону рукавів значною мірою залежить від надходження водоростей з кутів, в яких для розвитку планктонної альгофлори формуються більш сприятливі умови, обумовлені головним чином гідрологічними особливостями та характером розвитку вищої водної рослинності.



Флористичний спектр фітопланктону характеризувався як діатомово-хлорококовий у весняний та осінній періоди, хлорококово-діатомовий влітку й діатомовий у зимовий. У переважній більшості досліджених створів найвищого кількісного та якісного розвитку досягали реофільні діатомові водорості, характерні для річкового фітопланктону. У меншій кількості зустрічалися представники інших відділів – більш активно у кутах (зокрема, зелені, синьозелені, евгленові та золотисті). Відмічена загальна тенденція зростання кількості видів планктонних водоростей в останні роки, відмінність характеру її сезонної динаміки у кутах та рукавах, а також між окремими кутами. Разом з тим, спостерігалось пригнічення вегетації планктонних водоростей верхніх ділянок рукавів протягом усього періоду досліджень через високу каламутність і швидкість течії.

Склад фонових видів проточних ділянок на протязі періоду досліджень залишався майже без змін, практично в усіх рукавах зустрічались види родів *Stephanodiscus* і *Cyclotella*, *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, *sp.*, також практично в усіх пунктах - *Nitzschia tryblionella* Hantzsch, *Diatoma vulgare* Bory, *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh.

До складу фітопланктону досліджених створів, крім типово планктонних, постійно входили як перифітонні (частина видів з родів *Gomphonema*, *Cocconeis*), так і бентосні форми (представники родів *Surirella*, *Amphora* та ін.). Більшість виявлених видів водоростей належали до прісноводно-солонуватоводних, причому кількість солонуватоводних представників збільшувалась головним чином у створах рук. Бистрий, 0 км і 1 км: *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm., *Navicula halophila* (Grun.) Cl., *Navicula humerosa* Breb., *Navicula salinarum* Grun., *Nitzschia holsatica* Hust., *Surirella ovata* var. *salina* (W. Sm.) Hust., *Peridinium bipes* Stein, *типово морський вид Synedra gaillonii* (Bory) Ehr., *Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis* Grun. та деякі інші.

Також відмічалася певна кількість видів фітопланктону, характерних як для України, так і країн Західної Європи: *Cymbella austriaca* Grun., *Oscillatoria ucrainica* Vladimир., *Dinobryon bavaricum* Imhof., *Navicula hungarica* Grun. з різновидами, *Nitzschia hungarica* Grun., *Nitzschia holsatica* Hust., *Raphidocelis danubiana* (Hind.) Marv. et al., *Scenedesmus intermedius* var. *balatonicus* Hortob.

Загалом кількісний та якісний склад планктонної альгофлори розглянутих створів української частини р. Дунай під час усіх проведених досліджень відповідав сезонам відборів і типу водойм. Незважаючи на істотну мінливість показників фітопланктону конкретних створів, відмічалася достатня близькість середньобагаторічних значень структурних і функціональних характеристик планктонних водоростей, що свідчить про певну стійкість екосистеми дельти Дунаю. В останні роки спостерігалось деяке підвищення видового

різноманіття фітопланктону, а також поступове зростання кількісного розвитку синьозелених, що може пояснюватися підсиленням процесів евтрофікації.

Протягом усього періоду спостережень 2004-2021 рр. **зоопланктон** району досліджень української ділянки р. Дунай характеризувався відносною бідністю якісного й кількісного розвитку, найвищі показники відмічались у весняний період: наприклад, у квітні 2010 р. кількість видів організмів даної групи коливалася на рівні 10-15 видів, у 2017 р. було визначено 15 видів, у липні 2021 р. – 5 великих таксонів.

Співставлення характеристик зоопланктонного угруповання у різні роки досліджень, виконане УКРНДІЕП, показало, що в цілому зоопланктон р. Дунай мав схожий видовий склад, співвідношення основних груп, низький рівень кількісного розвитку та категорію трофності. Домінуючий комплекс видів формували представники родини брахіонід (з коловерток, зокрема *Keratella quadrata*), також ювенільні стадії ракоподібних і, з статевозрілих - *Cyclops vicinus*. В цілому по створах за кількістю таксонів у значній мірі переважали коловертки. Майже усі види належали до найбільш розповсюджених мешканців прісних і солонуватих вод. Результати аналізу підтверджують висновки щодо подібності видового складу даної групи організмів протягом останніх років і відсутності істотного впливу на них як природних, так і антропогенних чинників.

Порівняння показників розвитку зоопланктону прісноводної ділянки дельти Дунаю за 2 останні десятиріччя свідчить про невелику тенденцію до зниження його біомаси. У той же час, середня чисельність та біомаса донних безхребетних мали близькі значення, а структура угруповання істотно відрізнялась (у 2005 р. за біомасою домінували науплії *Cirripedia*, в останні роки - *Noctiluca scintillans*).

У ході досліджень **бентосу** рукавів дельти Дунаю та основного русла ріки на протязі 1987 - 1989 рр. було відмічено загалом 87 видів і форм безхребетних, що свідчило про деяке зменшення порівняно з серединою ХХ ст. (99 видів и форм) внаслідок істотного спрощення структурних характеристик ценозів, що пов'язано з підсиленням антропогенного навантаження на екосистему ріки, у першу чергу токсикогенного характеру (збільшення вмісту нафтопродуктів, важких металів та інших токсикантів), внаслідок чого домінувати почали стійкі до забруднення види – зокрема, представники малошетиноквих і багатошетиноквих черв'яків. Наприкінці ХХ ст., згідно з наявними даними, було зроблено висновок, що на українській ділянці Дунаю організми макрозообентосу не спричиняють значного впливу на внутрішньоводоймові процеси формування якості води порівняно з підсистемою планктону та вищої водної рослинності.

Ділянки перекатів у руслі Кілійського рукава, де зосереджено основний обсяг робіт з днопоглиблення як на першому етапі відновлення ГСХ, так і на етапі його повного розвитку,

головним чином мали слабо розвинений зообентос, оскільки для цих ділянок характерні підвищені швидкості течії та періодичне перевідкладення донних наносів (переважно піску). Результати посезонних досліджень макрозообентосу, проведених у рамках Комплексного екологічного моніторингу Інститутом гідробіології НАНУ з жовтня 2004 р. до листопада 2005 р. свідчили про його бідність у кількісному відношенні незалежно від здійснення на цих ділянках днопоглиблювальні робіт або їх відсутності.

Дослідження, виконані Науково-виробничим об'єднанням "НООСФЕРА" у травні та вересні 2008 р., показали відсутність макрозообентосу на станції дампіну в обидва сезони (внаслідок звалювання ґрунту від днопоглиблення) та бідність кількісних і якісних показників його розвитку у межах МПК: 3 таксони у травні, 6 – у вересні, причому чисельність і біомаса організмів бентосу збільшувалася у напрямку послідовного віддалення станцій від району днопоглиблення у бік берега. У районі МВГ на відміну від стану навесні цього ж року макрозообентос мав більш багатий видовий склад (11 видів), високі чисельність і біомасу.

Загалом по пунктах досліджень спостерігалися значні коливання показників угруповання макрозообентосу за кількістю видів, видовим складом і кількісними показниками розвитку, як і у попередні роки. Це свідчить про неоднорідність місць мешкання та нестабільність умов існування бентосних організмів, що обумовлено, в першу чергу, природними факторами (структура ґрунтів, швидкість течії тощо).

В результаті досліджень стану макрозообентосу як складової моніторингу рослинних і тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації глибоководного судового ходу Дунай-Чорне море, науковцями ДБЗ було зроблено висновок, що антропогенний вплив на процеси дельтоутворення відбувається шляхом зміни біотопів, характерної як для активної приморської зони дельти, так і внутрішніх водойм. Перерозподіл річкового стоку на користь тих чи інших русел призводить до прискореного розмиву одних та утворення інших ділянок суші переднього краю дельти. В цілому на даному етапі для макрозообентосу в рукавах і солонуватоводних затоках існують сприятливі умови, але зневоднення дрібних каналів поступово зменшує коефіцієнт водообміну в зарослих прісноводних кутах. Солонуватоводні затоки на барових частинах усіх рукавів дуже швидко міліють та заносяться мулом і піском, нові прісноводні кути утворюватися не будуть при зникненні існуючих, що становить загрозу біорізноманіттю не лише макрозообентосу, але й інших гідробіонтів.

Згідно з моніторинговими дослідженнями ДБЗ 2017 року відмічалось величезне значення для збереження біорізноманіття дельти новоутвореної мілководної (глибиною від 5 до 50 см) водойми на баровій частині *гурла Восточне*. Незважаючи на досить тимчасовий характер, різноманітні умови (нестабільна солоність, багато органіки та ін.) створюють

можливість для адаптації та розселення багатьом як солонуватоводним, так і прісноводним видам макрозообентосу, а також сприяють розвитку рослинності (переважно занурених макрофітів).

За результатами гідробіологічних досліджень зроблено висновок щодо слабого розвитку бентосу у межах МПК внаслідок періодичного відкладання й перевідкладання донних наносів та повторюваних днопоглиблювальних робіт і втрати значення цієї ділянки для нагулу риби. Однак, площа цієї ділянки у порівнянні з усією площею барової зони рукава Бистрий складає лише близько 5 %, а у порівнянні із зоною нагулу у межах узмор'я дельти висування Кілійського рукава – менше 0,5 %. На трасі морського підхідного каналу (МПК) розвиток фіто- і зоопланктону під час проведення днопоглиблення не мав значних відмінностей від такого на інших ділянках узмор'я рукава Бистрий, а макрозообентос, як і у попередніх дослідженнях, характеризувався збідненим видовим складом, невисокими середніми кількісними показниками.

У районі дельти виявлено близько 89 видів риб, які належать до 30 родин. У промислових уловах зустрічається до 40 видів, але основу складають 10-15 видів, серед яких провідне місце впродовж останніх років займав дунайський оселедець (56-82 %). Улови оселедця на українській ділянці р. Дунай варіюють за роками, іноді в значних масштабах. В уловах також зустрічалися лящ (2 %), сазан (4,7 %), судак, сом, рибець і рослиноїдні (по 1-1,5 %), щука, білізна, плоскирка (до 0,5 %), карась (близько 9 %).

### ***Вища водна рослинність***

Моніторингові дослідження на території ДБЗ в останні роки свідчать, що найменша кількість видів флори (18) відмічена у рукаві Бистрий, а найвища - на приморських косах (які визначені найбільш цінними новоутвореннями) та у рештках затоки Восточний (54). Найбільш багатую на водні види рослин у районі ГСХ Дунай-Чорне море є частина затоки Бистрий біля гирла Восточне. Ананькін кут займає друге місце за видовим багатством (55,6 % від загальної кількості водних і навколоводних видів).

### ***Вплив судноплавства на проникнення видів-вселенців***

Прогнозується, що підсилення руху суден у зв'язку з відновленням ГСХ сприятиме активізації міграції видів-вселенців, оскільки Дунай - друга за розмірами ріка Європи з розвинутим судноплавством – є великим міграційним шляхом для чужорідних видів і вважається як південним інвазійним коридором з України до країн Європи, так і одним з потужних шляхів проникнення вселенців до України. Саме в межах української частини Дунаю виявлено найбільшу кількість чужорідних видів, оскільки в акваторії Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) з початку заповідання у 1967 р. постійно ведуться моніторингові роботи щодо дослідження видового складу флори й фауни. Яскравим

прикладом появи виду з високим інвазійним потенціалом у складі іхтіофауни Дунаю є вторгнення ротана-головешки (*Perccottus glenii Dybowski*).

Зокрема, у барових частинах усіх досліджених рукавів дельти Дунаю були виявлені популяції двох видів-вселенців: азіатської річкової корбікули *Corbicula fluminea* (O.F.Müller, 1774) та китайської беззубки Вуда *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), які поширюються в рукавах, причому у 2008 р. спостерігалось зростання їх чисельності, а з 2010 р. – стабілізація; у 2013 р. відмічалось зростання популяції в рукавах дельти нещодавнього вселенця - двостулкового моллюска дрейсени бузької (*Dreissena rostriformis bugensis*), який поступово витискує дрейсену поліморфну. Серед макрозообентосу найбільш значущими для екосистеми чужорідними видами також є моллюски мія піщана (*Mya arenaria*), скафарка (*Scapharca inaequivalvis*), краби голандський (*Rhithropanopeus harrissi tridentata*) та мохнаторукий китайський (*Eriocheir sinensis*), а загалом 19 видів. У 2013 р. були зафіксовані 2 нових для фауни Дунайського біосферного заповідника види: північно-американська мшанка *Pectinatella magnifica* та двостулковий моллюск *Barnea candida* [10]. Проведені на узмор'ї між гирлами Бистре та Восточне дослідження дозволили виявити двох нових для фауни заповідника, типово морських, видів риб – зіркогляда звичайного (*Uranoscopus scaber L.*) та дуже рідкісного для України, й навіть для Чорного моря, виду родини спарових – (*Sparus aurata L.*).

Відсоток видів-чужинців порівняно невеликий (для бентосних безхребетних порядку 1%), але їх вплив на екосистемні процеси може бути досить значним. Проникненню чужинців сприяє існування постійної перехідної зони між річкою та морем, різкі зміни характеристик довкілля, тобто зони екологічної напруги, де внаслідок екстремальної дії чинників середовища спостерігається ослаблення конкуренції та звільнення екологічних ніш.

Результати матеріалів досліджень, проведених науковцями УКРНДІЕП, ДБЗ, ІМБ НАН України та ОдЦ ПівденНІРО в останні та попередні роки у дельті Дунаю у ході комплексного екологічного моніторингу відновлення та експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай – Чорне море, дають можливість стверджувати про відсутність прямого впливу відновлення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на біотичні угруповання, в тому числі на осетрові види риб. Найбільш суттєві порушення структури біотичних угруповань були зафіксовані у місцях безпосереднього проведення днопоглиблювальних робіт і зоні морського дампінгу ґрунту, загалом мали локальний характер та нетривалий період.

Контрольні спостереження показали, що фактичні зміни компонентів навколишнього природного середовища, які відбуваються під впливом діяльності з відновлення ГСХ, не перевищують прогнозних, а найчастіше менш істотні – тобто, супутні природоохоронні заходи були в цілому ефективними. Зміни, які відмічались у стані екосистеми дельти Дунаю,

обумовлені, головним чином, традиційним комплексом факторів природного та господарського впливу, на які й повинні бути спрямовані заходи щодо покращення екологічного стану водойм та якості води. За всіма напрямками моніторингу суттєвого транскордонного впливу діяльності щодо відновлення та експлуатації ГСХ Дунай - Чорне море встановлено не було.

За результатами проведеного у рамках імплементації висновків Комісії із запиту комплексу поглиблених досліджень, імовірні транскордонні впливи на довкілля від реалізації проекту ГСХ Дунай – Чорне море на повний розвиток, а саме: на гідрологічний режим, морфодинаміку дельти, якість річкової та морської води, кормову базу риби, місця нагулу й нересту, міграційні потоки осетрових і дунайського оселедця, місця мешкання, чисельність популяцій і біорізноманіття птахів, включаючи особливо цінні та вразливі види, були оцінені як локальні та обмежені, тобто такі, що не призведуть до значних змін основних параметрів навколишнього природного середовища і втрати біорізноманіття дельти Дунаю [5].

Негативного впливу ГСХ на стан птахів у період сезонних скупчень виявлено не було.

Впливи від втрати місць мешкання птахів в результаті днопоглиблення, відновлювального днопоглиблення, берегозахисних заходів і створення берегових відвалів, а також вплив турбування від судноплавства (шум, хвилі, візуальні та фізичні впливи, забруднення, включаючи аварії) оцінено як імовірні негативні впливи, але локальні і обмежені.

Уточнення оцінки транскордонного впливу проходу суден на рибу, щодо якого Комісія із запиту констатувала неможливість визначення імовірності через недостатність інформації віднесено до стадії післяпроектного аналізу [5].

#### ***Вплив на здоров'я людини.***

Вплив на здоров'я людини в результаті планованої діяльності буде незначним, носитиме локальний характер і буде значно нижчим за впливи від інших антропогенних чинників, таких як господарсько-промислові об'єкти, якість питної води, транскордонне забруднення річкових вод, автотранспорт, сховища непридатних до застосування пестицидів тощо.

## 5. ОПИС І ОЦІНКА МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності виконується з врахуванням особливостей оцінки підготовчих і будівельних робіт та провадження реконструкції ГСХ (табл. 5.1).

**Таблиця 5.1 Особливості впливу на довкілля робіт з реконструкції ГСХ**

Аспекти ОВД	Характеристики аспектів
1. Масштаб впливів	Зона ймовірних впливів охоплює значну частину водного об'єкта та прилеглої території
2. Способи впливів	Прямий та опосередкований
3. Час впливів	Тривалий, періодичний. Ймовірність прояву у довгостроковій перспективі
4. Періоди впливів	Значні дії у будівельний період, постійний помірний вплив гідротехнічних споруд та періодичні дії з днопоглиблення у період експлуатації
5. Значимість зони впливів	До зони впливів потрапляють екологічно цінні території
6. Природа процесів впливів	Фізична, хімічна, біологічна
7. Особливість факторів середовища	Мінливість, різноманітність природних умов; неоднозначність екологічної цінності окремих ділянок території зони впливу, внутрішньоводоймові процеси у водному об'єкті
8. Особливості факторів впливів	Розташування в межах водного об'єкта та берегових укосів, великі обсяги ґрунту, що переміщується
9. Вихідні дані	Розробка проектних матеріалів на стадії ТЕО. Недостатність інформації на момент проведення оцінки впливу. Представлені дані різного типу: разові виміри, статистичні дані, прогнозні та експертні оцінки
10. Критерії оцінки	Багатокритеріальність. Можливі взаємосуперечливі обмеження
11. Процес планування	Тривалий, можлива зміна вимог до кінцевого результату. Вибір варіантів траси ГСХ (у попередньому проекті), розгляд альтернатив складу та розташування локальних гідротехнічних споруд (ГТС) усередині протяжного
12. Спеціальні умови	1. Розміщення ГСХ поблизу кордону з Румунією, можливість транскордонних впливів. 2. Необхідність врахування взаємодії та взаємовпливу кількох локальних ГТС всередині протяжного 3. Можливість кумуляції впливів

З врахуванням наведених вище особливостей ОВД ГСХ сформульовано основні вимоги до методу комплексної оцінки впливів та управління екологічною безпекою таких споруд. Застосування методу має дозволяти: використання даних різного типу (якісних та кількісних); оцінювання взаємодії різноманітних факторів впливів із мінливими факторами середовища в умовах обмеженої інформації; облік досить великої кількості критеріїв,

включаючи екологічні обмеження та транскордонні аспекти; використання методу для різних завдань комплексної оцінки та управління екологічною безпекою під час створення та експлуатації ГСХ, включаючи завдання вибору варіанта, пріорітизації природоохоронних заходів, оцінки кумуляції впливів; використання у процесі прийняття рішень про планованої діяльності, а й у всіх етапах проектування, будівництва, експлуатації. У процесі експлуатації уточнення оцінки впливів може проводитись у рамках післяпроектного аналізу (ППА) у міру надходження додаткової вихідної інформації.

При складанні комплексної оцінки впливів запланованої діяльності та прийнятті рішень на її основі виникає проблема узагальнення окремих оцінок за факторами довкілля. Для багатофакторної та багатокритеріальної оцінки, яка може бути покладена в основу управління екологічною безпекою запланованої діяльності, застосуємо науковий підхід, який використовує ієрархії для систематизації найважливіших факторів, що беруть участь в оцінці, застосований американським математиком Т. Сааті у розробленому ним методі аналізу ієрархій (МАІ). Сутність методу полягає у декомпозиції складної проблеми у вигляді ієрархії, що складається з окремих елементів; побудова матриць парних порівнянь елементів на основі експертних суджень; подальшої обробки експертних суджень, за результатами якої визначається відносний ступінь взаємодії або взаємозалежності елементів ієрархії, що виражається у чисельній формі. У МАІ поєднується аналітичний підхід з використанням алгебраїчної теорії матриць з експертними процедурами, що дозволяють включити для розгляду всі наявні дані та приймати рішення в умовах багатокритеріальності.

Для виконання парних порівнянь у [1, 2] запропоновано фундаментальну шкалу відносної важливості факторів (табл. 5.2).

Структура рішення є ієрархією, що включає мету, критерії, підкритерії, альтернативні варіанти рішення. Процедура прийняття рішень закінчується визначенням узагальнених глобальних пріоритетів за варіантами, що розглядаються.

Основною перевагою методу при аналізі багатофакторних завдань є організація даних в ієрархію і фундаментальна шкала для порівняння факторів між собою.

**Таблиця 5.2 Фундаментальна шкала відносної важливості факторів**

Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
1	Рівна перевага	Дві альтернативи однаково кращі з погляду мети
2	Слабка міра переваги	Проміжна градація між рівною і середньою перевагою



Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
3	Середній ступінь переваги	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив трохи кращою за іншу
4	Перевага вище середньої	Проміжна градація між середньою та помірно сильною перевагою
5	Помірно сильна перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив явно кращою за іншу
6	Сильна перевага	Проміжна градація між помірно сильною і дуже сильною перевагою
7	Дуже сильна (очевидна) перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив набагато кращою за іншу; домінування альтернативи підтверджено практикою
8	Дуже, дуже сильна перевага	Проміжна градація між дуже сильною та абсолютною перевагою
9	Абсолютна перевага	Очевидність переважної переваги однієї альтернативи над іншою має незаперечне підтвердження

ГСХ разом із навколишнім природним середовищем є складну систему: сукупність елементів, що у відносинах і зв'язках друг з одним.

При оцінюванні впливів ГСХ на довкілля, крім аналізу взаємодії окремих елементів споруди та факторів довкілля необхідно дослідити систему "техногенний об'єкт – довкілля" за допомогою методології багатокритеріальної комплексної оцінки впливів, що дозволить визначити стратегію управління екологічною безпекою системи, що розглядається.

Процес прийняття рішення щодо організації системи управління екологічною безпекою ГСХ починається з формулювання кінцевих цілей досліджуваної проблеми чи завдання. Тоді послідовність дослідження може бути представлена наступним чином:

- розгляд проблеми як єдиної системи та виявлення всіх наслідків та взаємозв'язків кожного приватного рішення;
- узгодження цілей підсистем із метою системи;
- виявлення та аналіз можливих альтернативних шляхів досягнення мети та вибір з них найефективніших.

У процесі становлення та розвитку система "ГСХ – довкілля" проходить кілька послідовних етапів життєвого циклу, кожен із яких може бути поділений на стадії чи фази. Для протяжних ГСХ доцільно поєднати стадії життєвого циклу в періоди: будівництво та експлуатація.

У всіх цих періодах виділяються етапи, що відповідають реалізованим потужностям об'єкта.

Усі періоди життєвого циклу об'єкта є керованими. Мета управління полягає у найбільшій ефективності використання ресурсів при вирішенні конкретного завдання життєвого циклу. З цією метою нерозривно пов'язана мета забезпечення екологічної безпеки запланованої діяльності, яке теж може бути керованим. Таке управління доцільно організувати на основі управлінських рішень щодо мінімізації впливів на довкілля, що оцінюються на основі комплексної оцінки впливів. Тому далі під управлінням екологічною безпекою запланованої діяльності розуміється процес прийняття рішень щодо вибору варіанта здійснення діяльності та комплексу природоохоронних заходів з використанням інструментів комплексної оцінки впливів на довкілля.

При виконанні стандартної процедури ОВД оцінюється допустимість наслідків впливів за факторами довкілля. Обґрунтування висновку щодо допустимості наслідків впливів є ключовим моментом процедури. У нормативних документах включено поняття "вплив нормативний", тобто такий, що здійснюється у допустимих межах та не викликає наднормативних змін.

Найбільш чіткі критерії сформульовані щодо впливів на якість води та атмосферного повітря скидів та викидів забруднюючих речовин (не повинні перевищуватися встановлені ГДК та змінюватися на гірший бік існуючих екологічних категорій якості води водних об'єктів) [3]. Для видів, популяцій і угруповань рослинного і тваринного світу, що охороняються, допустимість впливів визначається за критеріями збереження умов і місць проживання.

Оскільки зазначені критерії не можуть охопити весь спектр можливих наслідків впливів для навколишнього середовища, в ОВД часто використовуються словесні характеристики масштабу та сили впливів, на підставі яких робиться висновок про їхню допустимість. Ці показники позбавлені однаковості і припускають неоднозначне тлумачення. Особливо це очевидно за характеристики залишкових наслідків впливів на етапі вербально-аргументованої комплексної оцінки. Тому існує потреба у встановленні досить чітких градацій (рангів) впливів за їх масштабами.

У цій роботі пропонується шкала значень залишкових наслідків для ранжування впливів (таблиця 5.3), розроблена на основі аналізу впливів на навколишнє природне середовище великих гідротехнічних споруд [4, 5].

**Таблиця 5.3 Шкала значень залишкових наслідків за результатами вербально-аргументованої комплексної оцінки впливів**

<b>Значення залишкових наслідків</b>	<b>Вербальний опис результатів комплексної оцінки впливів</b>
1. Малі	Мінімальна величина факторів впливів. Мінімальна зона впливу. Оборотні впливи. Природні процеси та характеристики екосистеми не порушуються.
2. Нормативно допустимі	Не прогнозується порушення нормативних вимог до показників стану довкілля.
3. Допустимі	Незначні та тимчасові впливи. Незначна зона впливу. Наслідки є оборотними або не призводять до погіршення статусу екосистеми за комплексом показників.
4. Умовно допустимі	Впливи зводяться до нормативно допустимого або допустимого при реалізації передбачених заходів.
5. Компенсовані	Непереборні наслідки можуть бути компенсовані шляхом поліпшення стану середовища поза зоною впливу, але в межах цього природного комплексу.
6. Локальні	Епізодичне недотримання нормативних вимог до показників навколишнього середовища, наслідки яких мають локальний характер, але не можуть бути повністю відвернені або компенсовані.
7. Суттєві	Проміжні значення
8. Значні	Порушення нормативних величин показників стану природного середовища та природних процесів проявляються часто і на значній території. Наслідки можуть бути частково відвернені або компенсовані. Може бути визнаним допустимим лише на підставі комплексної еколого-економічної оцінки.
9. Неприпустимі	Порушення нормативних величин проявляються часто і на значній території. Прогнозується невідворотна деградація екосистеми,

Відповідно до запропонованої шкалою загальний висновок про значущість впливів має виконуватися з урахуванням географічного масштабу можливих наслідків впливів (зони впливу), величини (інтенсивності), тривалості, частоти, ймовірності та оборотності аналізованих впливів. Необхідний також облік факторів середовища, які змінюються під впливом процесів впливів, сумуються з факторами впливів та змінюють їхню силу.

Зони впливу різних ділянок можуть відрізнятися друг від друга за рівнем екологічної значимості, обумовленої з урахуванням екологічної цінності тієї чи іншої ділянки [4,6,7].

Тривалість впливів може обмежуватися будь-яким окремим етапом життєвого циклу проекту. Так, проведення днопоглиблювальних робіт викликає тимчасове підвищення концентрації завислих речовин та надходження у воду забруднюючих речовин, присутніх у донних відкладах.

Розмір впливу також визначається частотою його прояви, яка, своєю чергою, залежить від джерела впливу. Так, величина впливу від роботи двигунів залежить від кількості суднопроходів на добу та вантажопідйомності суден.

Нерегульовані та неперіодичні впливи класифікуються за ступенем ймовірності їх виникнення, спектр яких розташовується від таких, ймовірність яких є практично достовірним фактом, до таких, які є неймовірними, але при гіпотетичному здійсненні становлять загрозу для навколишнього середовища. Впливи, частота або ймовірність яких досить висока, є основою комплексної оцінки.

Деякі дії можуть мати місце лише у випадку аварії або роботи об'єкта в позаштатному режимі. Для таких ситуацій необхідно визначати рівень ризику негативних впливів, пов'язану з ймовірністю його виникнення, а комплексну оцінку коригувати з аналізом та врахуванням оцінки допустимих рівнів ризику.

Для виконання комплексної оцінки впливів та обліку ваги кожного фактора впливу можливі екологічні наслідки запланованої діяльності доцільно згрупувати за факторами довкілля.

За результатами оцінки допустимості наслідків впливів підбираються природоохоронні заходи, які можна здійснювати різних рівнях структури впливу.

Результати оцінки впливів компонентів довкілля служать вихідними даними для процедур вербально-аргументованої і багатокритеріальної комплексної оцінки впливів.

Для формалізації комплексної оцінки впливів необхідно визначити важливість одних чинників проти іншими.

Така методологічна проблема виникає на етапі вибору варіанта розміщення об'єкта чи способів здійснення діяльності.

При виборі варіанту розміщення траси ГСХ враховуються екологічні критерії порівняння природних умов альтернатив. Фактори середовища аналізуються за умови забезпечення екологічної безпеки запланованої діяльності, відсутності загрози для представників флори і фауни, що охороняються. Враховується ландшафтна і господарська цінність територій, що відчужуються або піддаються впливам. Для виявлення з безлічі факторів середовища тих, які є найбільш значущими, у цій роботі пропонується групувати фактори середовища за характером взаємодії з антропогенними факторами впливу запланованої діяльності (табл. 5.4).

Експертно-аналітичні процедури, що включають метод аналізу ієрархій (МАІ), виконуються в такому порядку: декомпозиція у вигляді ієрархічного подання досліджуваних завдань комплексної оцінки та управління екологічною безпекою, побудова матриць домінування (суджень) шляхом знаходження відносин між елементами ієрархії через попарне порівняння та надання бальних оцінок, подальший синтез та визначення пріоритетів. Чим більше отриманий пріоритет, тим краща альтернатива за обраними критеріями.

**Таблиця 5.4 Основні типи взаємодії факторів середовища та факторів впливів запланованої діяльності**

Характер взаємодії	Наслідки взаємодії
1. Фактори середовища впливають на плановану діяльність	Стік наносів викликає замулення русла і перешкоджає судноплавству.
2. Фактори середовища змінюються під впливом запланованої діяльності	Каналізація русла збільшує швидкість течії та зменшує замулення.
3. Фактори середовища і фактори впливів підсумовуються	Маса забруднюючої речовини, що надходить у річку, підсумовується з масою цієї речовини в річковому стоку. Маса завислих речовин, що надходять у воду при днопоглибленні, підсумовується з масою природного стоку наносів.
4. Фактори середовища змінюють фактори впливу запланованої діяльності	Природне підвищення температури води в річці в літній період посилює вплив скидання органічних речовин на гідробіонтів. Наявність бару в гирлі річки збільшує обсяг днопоглиблювальних робіт під час створення суднового ходу.

Декомпозиція завдання чи проблеми та побудова ієрархічної структури дозволяє виділити для подальшого аналізу більш прості складові, а попарне порівняння елементів між собою уможливорює чисельне уявлення величини впливу кожного елемента ієрархії на досягнення поставленої мети.

Матриці домінування формуються для кожного рівня ієрархії на підставі попарного порівняння елементів по відношенню до їх впливу (ваги) на загальну для них характеристику, що дозволяє висловити відносну перевагу одного елемента над іншим за загальною для них ознакою. У випадку домінування означає більший вплив щодо певного властивості. Відповідно до закону ієрархічної безперервності необхідно, щоб елементи кожного рівня були порівняні попарно з елементами верхнього рівня, що знаходиться над ним, тобто елементи кожного рівня порівнюються один з одним щодо їх впливу на кожен елемент примикає зверху рівня, з яким встановлені зв'язки впливу.

Процедури парного порівняння застосовуються до пар однорідних елементів. Неоднорідні елементи поділяються на взаємозалежні групи (кластери), що містять однорідні елементи.

Ієрархія будується таким чином, щоб для нижнього рівня альтернатив отримати пріоритети або вагові коефіцієнти, які найкращим чином відповідають меті, визначеній на вершині ієрархії, з урахуванням усіх проміжних елементів і відповідно до зв'язків за рівнями системи. Прийняття рішень ґрунтується на величинах пріоритетів.

### **5.1. Можливий вплив, зумовлений виконанням підготовчих будівельних робіт та провадженням планованої діяльності**

Глибоководний судновий хід у дельті річки є протяжною гідротехнічною спорудою, що відноситься до класу транспортних об'єктів, призначених для пропуску суден і на ділянках траси річка – море, що перетинає область дельти.

Проектування нових суднових ходів у багатурукавній дельті пов'язане з необхідністю перебору великої кількості можливих варіантів траси, обліку та оцінки при виборі оптимального вирішення стратегічних, економічних, екологічних та соціальних факторів, комплексних оцінок впливів за кожним варіантом.

Одним із принципів екологічної безпеки, які слід брати до уваги при плануванні ДСГ, є формування однотипної структури оцінки за кожним варіантом. Розглянемо особливості оцінки впливу ГСХ у дельті р. Дунай.

У нижній течії річка, розгалужуючись, утворює велику, прорізану густою мережею проток, болотисту дельту завдовжки 75 км із заходу Схід і шириною 65 км із півночі на південь. Вершина дельти знаходиться на мисі Ізмаїльський Чатал за 80 км від гирла, де основне русло нар. Дунай ділиться на два рукави: Кілійський та Тульчинський. Через 17 км нижче за течією Тульчинський рукав поділяється на Георгіївський та Сулінський.

У Чорне море р. Дунай впадає трьома основними рукавами: Кілійським (північним) – територія України, Георгіївським (південним) та Сулінським, розташованим між ними. Два останні знаходяться на території Румунії.

Близько 120 приток р. Дунай формують гідрографічну мережу басейну. За комплексом фізико-географічних ознак річку ділять на Верхній Дунай (992 км), Середній Дунай (860 км), Нижній Дунай (931 км).

Р. Дунай - найважливіша водна транспортна артерія Центральної та Західної Європи. Від початку до гирла річка протікає територією десяти країн: ФРН, Австрії, Словаччини, Угорщини, Хорватії, Сербії, Болгарії, Румунії, Молдови та України [8 - 13].

Крім внутрішньобасейнових перевезень функціонують такі міжбасейнові траси, як Дунай-Майн-Рейн-Північне море, Дунай-Одер-Ельба. Проте найбільший вантажопотік проходить трасою Дунай – Чорне море. Цей водний шлях має перспективу продовження у напрямі промислових регіонів країн Сходу. Завдяки своїй надзвичайній важливості Дунайський водний шлях набув статусу міжнародного транспортного коридору (МТК) № 7, включений до числа десяти паєвропейських транспортних коридорів. Цей водний шлях гармонійно зв'язується з іншими транспортними шляхами міжнародного значення, що діють.

Протягом XIX-XX століть Румунією були створені умови для організації судноплавства своєю територією:

- Сулинський канал – штучно створений міжнародний судноплавний канал шириною суднового ходу 60 м для проходження морських суден та суден змішаного річка-море плавання;

- канал Черноводе – Констанца-Юг з двома шлюзами, ширина по дну – 80 м;

- канал Меджія – порт Новодарі, що пов'язує порт Новодарі з каналом Черноводе-Констанца в районі порту Меджія;

- додатково виконано випрямлення Георгіївського рукава.

В українській частині дельти суднопластво по Кілійському рукаву та рукавам, що з'єднує його з морем: Старостамбульському та Швидкому, – відбувалося з середини ХІХ століття, а розташовані у Кілійському рукаві морські порти Ізмаїл, Рені та Кілія налічують, відповідно, 180, 160 та 120 років. З кінця ХХ століття робилися спроби організації суднопластва північними рукавами Кілійської дельти, для чого здійснювалося поглиблення барів рукавів Північний, Потаповський, Очаківський і Прорва, але ці прорізи швидко заносилися.

Необхідність у власному українському судновому з'єднанні р. Дунай із Чорним морем обумовлена:

- об'єктивними інтеграційними процесами із Європейським Союзом;
- економічними зв'язками між європейськими та східними країнами;
- пріоритетністю наряду Схід-Захід серед міжнародних транспортних коридорів;
- міжнародною потребою збільшення обсягів перевезень по нар. Дунай.

Розглянемо особливості оцінки впливів створення ГСХ у дельті нар. Дунай.

Основними елементами суднового ходу є: ділянка русла основної річки, судноплавний канал або рукав дельти, морський канал для подолання мілководних гирлових барів на морському узбережжі.

Основна проблема оцінки впливів створення суднового ходу у дельті нар. Дунай, як і для гідротехнічного будівництва взагалі, пов'язана з необхідністю врахування суттєвої мінливості факторів середовища.

Дельта річки являє собою систему рукавів і територій, що постійно змінюються, між ними, частина яких покрита водою і зайнята плавнями. Швидкість еволюції дельти визначається балансом маси твердого стоку, що виноситься в морі по руслах рукавів і переноситься морськими течіями. Загальна спрямованість еволюції дельти нар. Дунай визначається взаємодією річки і моря і проявляється в наступних явищах і процесах, що постійно відбуваються [8, 9, 14-16]:

- висування морського краю дельти у бік моря;

- виникнення нових та відмирання старих рукавів дельти, зміна їх кількості та перерозподіл річкового стоку між ними;
- утворення мілководних ділянок узмор'я (барів) перед гирлами рукавів внаслідок відкладення та перевідкладення наносів у зоні взаємодії річкового потоку з морськими течіями та хвилюванням; образование и развитие прибрежных островов (кос) вдоль морского края дельты за счет аккумуляции наносов;
- зміна водного режиму територій островів у напрямку уповільнення водообміну в плавнях, зниження рівня води в міру відмирання та зменшення кількості рукавів.

Поряд з еволюційними змінами в дельті спостерігаються процеси, що періодично повторюються, найважливішими з яких є згінно-нагінні явища в гирловій зоні, внутрішньо- і міжрічні зміни витрат води і твердих наносів у річці. Їх наслідком є типові для дельти коливання рівнів води у рукавах та плавнях, а також деформація дна та берегів водотоків.

Мінливість факторів середовища є основною умовою (а також результатом) еволюції дельти, і наслідки цієї мінливості відчувають на собі всі природні та техногенні об'єкти, розташовані в її межах. Як показує історичний досвід судноплавства в умовах дельти [8], техногенні впливи будівництва та експлуатації суднових ходів на навколишнє природне середовище відбуваються на тлі визначальних впливів еволюційних та циклічних процесів дельтоутворення, посилюючи та послаблюючи деякі з них. При оцінці впливів створення суднового ходу в дельті річки на довкілля необхідно розділити наслідки для середовища під впливом створення самого суднового ходу та наслідки природної мінливості факторів середовища.

Одним з найбільш важливих за масштабами впливів і складною для оцінки їхніх екологічних наслідків ділянкою суднового ходу є морський підхідний канал (МПК), який забезпечує прохід суден через дрібноводну ділянку узмор'я, що прилягає до морського краю дельти, і є невід'ємним елементом будь-якого варіанту траси суднового ходу. Його створення може надавати довгострокові на екосистему дельти. У той же час, від існуючих та прогнозованих гідрологічних параметрів цієї найбільш динамічної ділянки дельти залежить стабільність експлуатації всього суднового ходу.

Для визначення впливу факторів середовища необхідно проводити ретроспективні дослідження дельтових процесів, порівняльний аналіз даних космічної зйомки, оцінювати інтенсивність переробки берегів, акумуляцію наносів, утворення островів (кіс) та їх злиття з морським краєм дельти.

Істотним фактором середовища, який необхідно враховувати при оцінці впливів запланованої у дельті діяльності, є наявність заповідних територій. Дельта р. Дунай – 580 000 га водно-болотних угідь, унікальний у світовому масштабі об'єкт. Тут живуть 300 видів птахів,



160 видів риб, 100 видів звірів, 5000 видів комах, 600 видів рослин [12]. Дельта є умовним трикутником, з вершинами в населених пунктах Тульча, Вилково та Сфінту-Георге. Вона розділена кордоном між Румунією та Україною у співвідношенні 4:1. Румунська частина знаходиться під охороною спеціально утвореного державного біосферного резервату "Дельта Дунаю", який у 1991 році внесено до списку Світової Спадщини ЮНЕСКО. В українській частині дельти на базі природного заповідника "Дунайські плавні" створений Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ), який з 1998 р. також знаходиться під егідою ЮНЕСКО у складі Румунсько-Українського біосферного заповідника "Delta Dunarea".

Водноболотні угіддя Кілійської дельти нар. Дунай мають міжнародне значення, головним чином, як місця репродукції та масових скупчень водоплавних птахів [17 - 20].

У межах Дунайського біосферного заповідника виділяються такі основні орнітокомплекси:

- приморські низькі острови та коси;
- опріснені приморські мілководдя;
- чагарникові чагарники на приморських пісочно-листих дюнах;
- очеретяно-осокові чагарники;
- заплавні вербові ліси.

Ще одним ключовим фактором середовища є близькість кордонів Румунії, що накладає додаткові вимоги та обмеження на заплановану в регіоні діяльність [17].

Враховуючи перелічені вище фактори середовища, особлива увага повинна приділятися оцінці впливів створення ГСХ на біоту дельти.

Річну дельту і прилеглий до неї район узмор'я на макрорівні можна як екотон межі між заплавою річки і морем. Як у будь-яких екотонних біотичних угрупованнях, рослинний та тваринний світ тут характеризується багатством, різноманітністю, наявністю своєрідних рослинних асоціацій, популяцій рідкісних видів тварин та підвищеною чутливістю до зовнішніх впливів.

У той же час, перебуваючи під впливом абіотичних умов, що безперервно змінюються, рослини і тварини дельти пристосувалися до широкого діапазону коливань параметрів середовища (періодичного затоплення та осушення, змін солоності води, переміщенням донних відкладень тощо). Характерним для біоти дельти є також постійне освоєння нових територій поблизу морського краю дельти та сукцесії у напрямі аридизації на ділянках дельти, що старіють.

Оцінка впливів створення суднового ходу в дельті річки на біоту повинна проводитися з урахуванням цих характерних особливостей існування та еволюції рослинних та тваринних

угруповань дельти. В умовах дельти масштаби впливи напряду залежать від масштабів техногенних змін її водного режиму, отже:

- чим менші техногенні зміни природних гідрологічних та морфометричних параметрів дельти, тим обмеженішим є вплив на рослинний і тваринний світ дельти загалом;
- техногенні фактори впливів суднового ходу, параметри яких не виходять за межі діапазону природних змін умов середовища, не можуть призводити до суттєвих, і тим більше незворотних змін рослинного і тваринного світу дельти.

До факторів впливів суднового ходу, що можуть призводити до суттєвих наслідків для рослинного та тваринного світу дельти, слід відносити:

- перерозподіл стоку у рукавах дельти;
- втрата територій, відведених під об'єкти гідротехнічного будівництва;
- порушення гідравлічного зв'язку між частинами території дельти;
- порушення водообміну між ділянками акваторії узмор'я або їх ізоляцію від моря.

До техногенних факторів, що впливають на рослинний та тваринний світ ділянок дельти, що безпосередньо прилягають до траси суднового ходу, належать:

для гідробіонтів:

- пошкодження поверхні дна та знищення організмів бентосу в місцях проведення робіт з днопоглиблення, створення гідротехнічних споруд, берегоукріплювальних робіт та дампінгу ґрунту;
- зміна проточності у зарегульованих ділянках водотоків;
- надходження у воду зважених і розчинених забруднюючих речовин при поводженні з донними відкладеннями, що витягуються;
- надходження у воду забруднюючих речовин при порушенні режиму проходження суден та при аваріях;
- проникнення солоних морських вод у рукав внаслідок створення морського каналу; для флори та фауни прилеглих територій дельти:
- газоаерозольні викиди шкідливих речовин в атмосферу, шум та інші фактори занепокоєння, пов'язані з проведенням будівельних робіт та проходженням суден;
- хвилебій, викликаний проходженням суден;
- відвали ґрунту, що розміщуються вздовж берегів рукавів;
- зміна водного режиму прируслових територій внаслідок берегоукріплювальних робіт, обвалування ділянок рукавів та гідротехнічного будівництва;
- встановлення та обслуговування знаків навігаційної обстановки.

Як негативні наслідки перерахованих впливів слід розглядати:

- пряме знищення біоценозів на певних ділянках дельти;

- зменшення кормової бази та порушення шляхів міграції риб та наземних тварин;
- зменшення видового розмаїття та деградація рослинних угруповань;
- втрата місць проживання, порушення умов відтворення та інші зміни умов середовища, що призводять до скорочення чисельності популяцій тварин або виникнення загрози їхньому існуванню;
- поява або поширення видів, не властивих природним угрупованням і агресивних по відношенню до місцевих асоціацій рослин та видів тварин.

Таким чином, проблемні питання оцінки впливів ГСХ у дельті р. Дунай визначаються мінливістю факторів середовища, наявністю білатерального біосферного заповідника, транскордонним аспектом. Як ключові фактори впливу об'єкта можуть бути прийняті: площа земель, що вилучаються, площа пошкодження дна водотоку, обсяги земляних робіт у будівельний період, обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт, зміна гідрологічного режиму островів дельти, зміна морфодинамічного режиму морського краю дельти.

#### **Послідовність процедур при комплексній оцінці впливу полягає у наступному.**

1. Фактори середовища суднового ходу групуються за окремими характерними ділянками траси:

- руслова ділянка проходить по природних рукавах дельти з покращенням судноплавних умов на перекатах;
- на русловій ділянці передбачається включення штучного русла, що є шлюзованим каналом;
- до руслової ділянки підходить морський канал, що підводить, прорізує мілководний гирловий бар і захищений від уздовж берегових наносів огорожувальними дамбами.

Далі визначаються джерела впливів - види робіт, що виконуються в будівельний та експлуатаційний період; ці джерела впливів формуються засобами виконання робіт, якими є:

- механізми та плавзасоби, що використовуються для вилучення донних відкладень у русловій частині ГСХ (переважно на ділянках існуючих перекатів) та їх транспортування до місць тимчасового та постійного складування;
- механізми та плавзасоби, що використовуються для будівництва берегоукріплювальних та регулюючих стік споруд;
- механізми та плавзасоби, що використовуються при створенні прорізу для проходу суден через річковий бар та дамбу, що захищає; при транспортуванні відкладень, що вилучаються на морське звалище;
- донні відкладення, що переміщуються;
- будівельні матеріали, що використовуються для створення захисних та регулюючих споруд.

При експлуатації ГСХ джерелами впливів стають самі створені гідротехнічні споруди, а також вантажні та пасажирські судна, що проходять судновим ходом.

За результатами аналізу засобів виробництва та видів робіт визначають джерела впливів та переходять до наступної процедури.

2. Фактори впливів групуються за видами робіт (джерел впливів) – табл. 5.4.

3. Визначаються процеси впливів, що протікають між факторами впливів та факторами довкілля (табл. 5.5).

4. Прогнозуються очікувані екологічні наслідки (табл. 5.6) та вербально оцінюється їхня значимість (див. табл. 5.3).

5. Можливі екологічні наслідки створення ГСХ, перелічені у табл. 5.6 групуються за факторами впливу (табл. 5.7).

Чисельні характеристики процесів впливів за табл. 5.5 та можливих екологічних наслідків за табл. 5.6 визначаються стандартними методами відповідно до запропонованого алгоритму.

6. На підставі аналізу можливих екологічних наслідків формується комплекс можливих заходів щодо забезпечення нормативного стану довкілля (табл. 5.8).

7. Можливі залишкові наслідки впливів створення ГСХ у дельті річки з урахуванням комплексу заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища у період будівництва та експлуатації повторно вербально оцінюються за шкалою значень залишкових наслідків впливів (див. табл. 5.3).

Таблиця 5.4 Чинники впливів різних видів робіт

<b>Джерела впливів</b>	<b>Фактори впливів</b>
1. Виймка ґрунту на ділянках русла та морського підводного каналу. Складування ґрунту в руслові та берегові відвали та морське звалище. Комплекс машин та механізмів.	1.1. Пошкодження дна на ділянках річкового русла, морського підводного каналу та дамби, що захищає. 1.2. Ушкодження дна на ділянці морського звалища 1.3. Заняття земель під берегові відвали 1.4. Втрати ґрунту при виїмці та дампінгу (по ділянках траси) 1.5. Контакт ґрунту, що складається, з морською водою 1.6. Надходження зворотних вод із берегових відвалів 1.7. Шум від роботи механізмів 1.8. Викиди в атмосферу від роботи двигунів
2. Ремонтні днопоглиблювальні роботи. Складування ґрунту в руслові та берегові відвали та морське звалище. Комплекс машин та механізмів.	2.1. Ушкодження дна на ділянках річкового русла та морського підводного каналу при виїмці ґрунту 2.2. Ушкодження дна на ділянці морського звалища 2.3. Заняття земель під берегові відвали 2.4. Втрати ґрунту при виїмці 2.5. Контакт ґрунту, що складається, з морською водою 2.6. Надходження зворотних вод із берегових відвалів 2.7. Шум від роботи механізмів 2.8. Викиди в атмосферу від роботи двигунів

3. Комплекс гідротехнічних споруд та судна, що проходять судновим ходом.	3.1. Проріз та дамби в області бару як дельтоутворюючі елементи. 3.2. Змінені параметри водотоків та барової області 3.3. Хвиля під час проходження суден 3.4. Надходження забруднюючих речовин при аваріях 3.5. Занесення нових представників флори та фауни 3.6. Шум під час роботи двигунів 3.7. Викиди в атмосферу
--	--

Таблиця 5.5 Характеристика процесів впливів

Чинники впливів за табл. 5.4	Процес впливу
1.1, 1.2	I Знищення біоценозу бентосу на частині площі дна
2.1, 2.2	II Зміна рельєфу дна та берегів
1.3, 2.3	III Намив ґрунту земснарядом на майданчики між дамбами обвалування
1.4, 2.4	IV Розповсюдження вниз за течією дрібнодисперсної суспензії з адсорбованими забруднювальними речовинами
1.5, 2.5	V Знищення організмів бентосу на ділянці морського звалища. Періодичне надходження зважених та розчинених забруднюючих та біогенних речовин у морську воду
1.6, 2.6	VI Надходження в русло забруднюючих речовин з зливовими та фільтраційними зворотними водами, що формуються на майданчиках
1.7, 2.7, 3.6	VII Розповсюдження в повітряному та водному середовищі звукових коливань при роботі суднових двигунів та будівельних механізмів
1.8, 2.8, 3.7	VIII Збільшення вмісту в приземних шарах атмосфери оксидів азоту, сажі, вуглеводнів, сірчистого ангідриду, оксиду вуглецю
3.1	IX Зміна природного перебігу процесів висування морського краю дельти в районі бару
	X Збільшення надходження у русло солоних морських вод
3.2	XI Переформування та поява нових біотопів з твердим та м'яким субстратом
	XII Можливий перерозподіл витрат води між рукавами дельти, збільшення згінно-нагінних явищ у руслі та його прибережній смузі
3.3	XIII Можливий розмив прируслових валів і прибережних кіс
3.4	XIV Поширення в прилеглий акваторії моря плівок нафтопродуктів, підвищення вмісту в морській воді забруднюючих речовин
3.5	XV Поява в бентосі та прибережній смузі нових представників флори та фауни

Таблиця 5.6 Оцінка можливих екологічних наслідків створення та експлуатації

ГСХ

Процес впливу (за табл.5.5)	Можливі екологічні наслідки та зони впливів
I	Зменшення первинної продукції бентосу. Збитки іхтіофауни через втрату кормової бази. Зона впливів - ділянки траси ГСХ, схильні до дії факторів 1.1, 1.2, 2.1, 2.2.
II	Інтенсифікація процесів відкладення наносів. Перерозподіл стоку між рукавами. Зона впливів – система рукавів русла.
III	Деградація ґрунтів, шкода рослинному та тваринному світу. Зона впливів – земельні ділянки, що відчужуються під відвали.
IV	Погіршення якості води, підвищення трофності та погіршення кисневого режиму у водотоках дельти в місці роботи земснарядів та нижче за течією, можливість токсичного впливу на гідробіоти. У зонах підвищеної каламутності – зниження продуктивності фітопланктону та фітобентосу. Збитки іхтіофауни через втрату кормової бази та токсичного впливу. Зона впливів - система рукавів дельти нижче місць проведення днопоглиблювальних робіт.
V	Погіршення якості води, підвищення рівня трофності та погіршення кисневого режиму прилеглої ділянки морської акваторії, можлива токсична дія на гідробіонтах. У зонах підвищеної каламутності – зниження продуктивності фітопланктону та фітобентосу. Збитки іхтіофауни через втрату кормової бази та токсичного впливу. Зона впливів – прилегла ділянка морської дельти
VI	Погіршення якості ґрунтових та поверхневих вод. Зона впливів – прибережна смуга. Підвищення рівня трофності та погіршення кисневого режиму у водотоках дельти нижче відвалів, можливість токсичного впливу на гідробіоти. Зона впливів – система рукавів дельти нижче відвалів.
VII	Погіршення умов життя населення та відлякувальна дія на тварин. Зона впливів – прибережні смуги водотоків вздовж траси, території поблизу місць роботи механізмів та плавзасобів.
VIII	Погіршення умов життя населення, погіршення умов зростання рослин та існування популяцій тварин. Зона впливів – території поблизу місць роботи механізмів та плавзасобів, що використовуються при днопоглибленні та гідротехнічному будівництві, прибережні смуги водотоків уздовж траси ГСХ.
IX	Імовірність втрати місць безпечного гніздування видів птахів, що охороняються, порушення вздовж берегових нагульних міграцій риб і нерестовищ. Зона дій – прибережні райони дельти.
X	Імовірність деградації існуючого та формування нового комплексу бентосних організмів. Догляд рідкісних та ендемічних риб. Зона впливів - ділянка русла, що примикає до морського краю дельти.

## Продовження табл. 5.6

Процес впливу (за табл.5.5)	Можливі екологічні наслідки та зони впливів
VIII	<p>Погіршення умов життя населення, погіршення умов зростання рослин та існування популяцій тварин.</p> <p>Зона впливів – території поблизу місць роботи механізмів та плавзасобів, що використовуються при днопоглибленні та гідротехнічному будівництві, прибережні смуги водотоків уздовж траси ГСХ.</p>
IX	<p>Імовірність втрати місць безпечного гніздування видів птахів, що охороняються, порушення вздовж берегових нагульних міграцій риб і нерестовищ.</p> <p>Зона дій – прибережні райони дельти.</p>
X	<p>Імовірність деградації існуючого та формування нового комплексу бентосних організмів. Догляд рідкісних та ендемічних риб.</p> <p>Зона впливів - ділянка русла, що примикає до морського краю дельти.</p>
XI	<p>Підвищення видового розмаїття та біомаси бентосу за рахунок розвитку біоценозів обростання.</p> <p>Зона впливів – ділянки створення гідротехнічних споруд з відсипанням каменем та щебенем.</p>
XII	<p>Збільшення водообміну та коливань рівня води у прибережній смузі.</p> <p>Зона впливів – прибережна смуга.</p>
XIII	<p>Зміни водного режиму плавні. Втрата місць зростання екотонної флори і проживання цінних і видів фауни, що охороняються.</p> <p>Зона впливів – ділянки прируслових валів та прилегла територія плавнів.</p>
XIV	<p>Погіршення якості води та кисневого режиму у водотоках дельти нижче за течією, можливість токсичного впливу на гідробіонтів та біоту прируслових валів.</p> <p>Зона впливів – система рукавів нижче за місце аварії, при великих аваріях – прилеглі райони узмор'я та прибережна смуга морського краю дельти.</p>
XV	<p>Можлива небажана зміна структури водних та наземних біоценозів, витіснення охоронюваних та цінних видів, погіршення паразитологічної обстановки.</p> <p>Зона впливів – русло рукава та прилеглі до нього ділянки плавнів.</p>

**Таблиця 5.7 Розподіл можливих екологічних наслідків впливів на компоненти навколишнього природного середовища**

Середовище	Можливі екологічні наслідки
Геологічне	<p>Зміна рельєфу дна та берегів.</p> <p>Інтенсифікація процесів відкладення наносів.</p> <p>Перерозподіл стоків залучених наносів між рукавами.</p> <p>Розмив окремих ділянок берегів уздовж траси ГСХ внаслідок утворення хвиль від суден, що проходять.</p> <p>Зміна водного режиму дельти.</p> <p>Зміна процесів еволюції дельти.</p>
Водне	<p>Збільшення витрат на рукавах дельти, включених у трасу ГСХ.</p> <p>Зміна поля швидкостей течії у баровій частині траси ГСХ, проникнення морських вод у рукав.</p> <p>Зміна екологічних умов на окремих ділянках рукавів через появу твердих субстратів.</p> <p>Тимчасове зниження самоочисної здатності річкової екосистеми, погіршення якості води та кисневого режиму в місцях роботи земснарядів та нижче за течією, на ділянці морської акваторії, що прилягає до місця дампінгу ґрунту, нижче місця аварії при аварії з судами, що проходять.</p> <p>Погіршення якості ґрунтових та поверхневих вод у місцях відвалів донних відкладень.</p>
Повітряне	<p>Шум та газоаерозольні викиди шкідливих речовин при роботі двигунів, суден, будівельних механізмів та допоміжних плавзасобів, а також при аваріях, що супроводжуються пожежею або вибухом на судах. Стаціонарні джерела забруднення атмосфери відсутні як під час будівництва, так і під час експлуатації.</p>
Ґрунт	<p>Вплив надають відвали донних відкладень, що вилучаються на спеціально відведених землях, що може призвести до деградації ґрунтів.</p>
Біота	<p>Знищення бентосних організмів на ділянках дна, що поглиблюються, і в місцях дампінгу з їх подальшим відновленням.</p> <p>Пригнічення та часткова загибель планктонних організмів на ділянках акваторії поблизу проведення днопоглиблювальних робіт та дампінгу.</p> <p>Зменшення первинної продукції бентосу внаслідок збільшення середньої глибини рукавів ДСГ.</p> <p>Зміна складу бентосу в області проникнення клина солоних вод та в місцях відсіпання щебенем.</p> <p>Зменшення кормової бази риб та втрата частини нерестовищ.</p> <p>Переселення частини птахів та ссавців з прибережної смуги внаслідок відлякуючого впливу працюючих механізмів та суден, що проходять.</p>



**Таблиця 5.8 Комплекс можливих заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки**

<b>Категорія</b>	<b>Характеристика</b>
Ресурсозбережні	<p>Відведення під тимчасові берегові відвали територій, що не мають істотної екологічної цінності, маловикористовуваних, зарослих кущами і очеретом, періодично затоплюваних і заболочених. Рекультивація зайнятих під відвали земель з поліпшенням родючості і водного режиму (з метою повернення в сільськогосподарське використання). Екологічно обґрунтоване розташування морського звалища донних відкладень, що дозволяє мінімізувати збиток донним біоценозам, забезпечити надійне поховання ґрунтів днопоглиблення, запобігти вторинному забрудненню узмор'я.</p> <p>Розміщення знаків навігаційної обстановки в плавучому виконанні, що дає змогу відмовитися від відведення для цих цілей ділянок прибережних територій уздовж русел.</p>
Захисні	<p>Гідротехнічні споруди, що забезпечують судноплавство в поєднанні з природоохоронними функціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• струменеспрямовувальна дамба, що створюється в місці розвилки рукавів Бистрий і Старостамбульський з метою регульованого розподілу витрат води між рукавами (компенсації можливих транскордонних впливів на гідрологічний режим Старостамбульського рукава), запобігання розмиву берегів суднового ходу та заносимості морського підхідного каналу;</li> <li>• ділянки берегоукріплення рукавів ГСХ, що запобігають розмиву берегів;</li> <li>• огорожувальна дамба вздовж морського підхідного каналу, що створюється з метою зменшення заносимості прорізів через бар під час штормового хвилювання;</li> <li>• ставки-відстійники і внутрішні дамби, що створюються на територіях берегових карт наміву ґрунтів днопоглиблення для подовження шляху освітлення дренажних вод, і зменшення забруднення вод Дунаю стоком із місць наземного складування донних відкладень;</li> <li>• обмеження, за можливості, проходження суден поблизу заповідника світлим часом доби (комплекс заходів, спрямований на мінімізацію чинників занепокоєння для фауни та зменшення збитків рибному господарству від втрати уловів).</li> </ul>
Відновлювальні	<p>Поглиблення русла рукавів ГСХ як захід, що дає змогу частково відновити водний режим дельти, порушений унаслідок попереднього антропогенного впливу: спрямування русел рукавів і будівництво струменеспрямовувальної дамби, виконаних Румунією.</p>
Охоронні	<p>Комплексний моніторинг стану довкілля, що виконується з метою своєчасного виявлення тенденцій до прояву можливих негативних наслідків будівництва ГСХ.</p> <p>Післяпроектний аналіз, здійснюваний для уточнення оцінок впливів, виконаних на попередніх стадіях.</p>

Результати такої оцінки за табл. 5.4 - 5.8 та оцінки допустимості можливих наслідків за шкалою (див. табл. 5.3) наведені у підрозділі 5.8.

## **5.2. Можливий вплив, зумовлений використанням у процесі провадження планованої діяльності природних ресурсів, зокрема, земель, ґрунтів, води та біорізноманіття**

Планована діяльність з реконструкції ГСХ р. Дунай – Чорне море не пов'язана з масштабним використанням природних ресурсів.

Землі, що відводяться під берегові відвали ґрунту, відносяться до невикористаних, малоцінних та техногенно порушених зі збідненою флорою і фауною. Ґрунт з відвалів використовуватиметься для ремонту та реконструкції пошкоджених ділянок дамб. У міру зменшення обсягів робіт з вилучення ґрунту відведені землі рекультивуватимуться.

Загальна площа берегових відвалів ґрунту складає 63,53 га.

Для гідротехнічного будівництва застосовуються пісок, природний камінь та щебень, який з нього одержується. Природні пісок та камені складають найважливішу частину мінерально-сировинної бази сучасної будівельної індустрії і не є дефіцитними ресурсами. загальна потреба у зазначених мінералах складає: піску – 156000 м<sup>3</sup>, каменю – 1285270 м<sup>3</sup>, щебню – 224615 м<sup>3</sup>.

## **5.3. Можливий вплив, зумовлений викидами та скидами забруднюючих речовин, шумовим, вібраційним, світловим, тепловим та радіаційним забрудненням, випроміненням та іншими факторами впливу, а також здійсненням операцій у сфері поводження з відходами**

Технічні параметри суднового ходу та комплексу гідротехнічних споруд визначають величину факторів впливів: об'єми виїмки і складування ґрунту, площі пошкодження дна, а отже – і обсяги будівельних робіт, кількість та види машин і механізмів, які є джерелами викидів, скидів, акустичного, світлового та інших видів фізичного та хімічного впливу.

**Розрахунки обсягів викидів від пересувних джерел, утворення відходів та поширення шуму наведені у розділі 1. Результати розрахунків свідчують, Що зазначені впливи не порушують нормативних вимог до стану природних вод та повітря і є допустимими.**

**Інші фактори фізичного і хімічного впливів не є характерними для планованої діяльності.**

Вище в розділі 5.1 запропоновані процедури виявлення джерел факторів та процесів можливих впливів, зумовлених виконанням підготовчих і будівельних робіт та провадженням

планованої діяльності шляхом оцінки очікуваних екологічних наслідків по факторам довкілля відносно одного конкретного критерія (вичайно нормативне обмеження). При вирішенні задач оцінки з врахуванням кумуляції впливів, обґрунтуванні заходів щодо мінімізації впливів, оцінки можливих впливів, зумовлених одночасними викидами та скидами забруднюючих речовин різного типу та іншим забрудненням, виникає необхідність вирішення задач комплексної оцінки впливів. Для вирішення таких задач може бути використано поняття комплексного фактору впливу (КФВ), в якому впливи об'єднуються по їх природі (механічні, фізичні, хімічні, біологічні та ін.), види робіт (ВР), ділянки русла, відмінні по видах вироблених на них робіт, об'ємами робіт та ін. (УР), критерії екологічної безпеки (КС).

Рукав Бистрий (УР-1) характеризується комплексом техніко-економічних і екологічних критеріїв: ширина, незначна звивистість русла і, головне, велика глибина зменшують об'єми днопоглиблювальних робіт.

У рукаві Старостамбульській об'єм днопоглиблювальних робіт незначний, а пошкодження дна складає 2,5% відносно до площі русла цієї ділянки. Цей рукав разом з Кілійським рукавом складає ділянку УР-2.

Ширина і переважні глибини русла Кілійського рукава відповідають вимогам до водного шляху міжнародного класу. В той же час наявність перекатів визначає необхідність проведення значних днопоглиблювальних робіт.

Морське звалище ґрунту (УР-3) призначене для складування (дампінга) ґрунту, що вилучається при днопоглиблювальних роботах у баровій зоні. Розміщення звалища передбачене на віддаленні 8 км від узбережжя, на глибині більше 20 м, що мінімізує імовірність рознесення ґрунту морськими течіями. В період повені район звалища потрапляє у зону лавинного осадження завислих речовин, що виносяться річковим стоком з рукава Бистрий.

Невід'ємним елементом будь-якого ГСХ ріка – море є морський підхідний канал. У варіанті, який розглядається, по ділянці МПК (УР-4) забезпечується проходження суден через область бару рукава Бистрий.

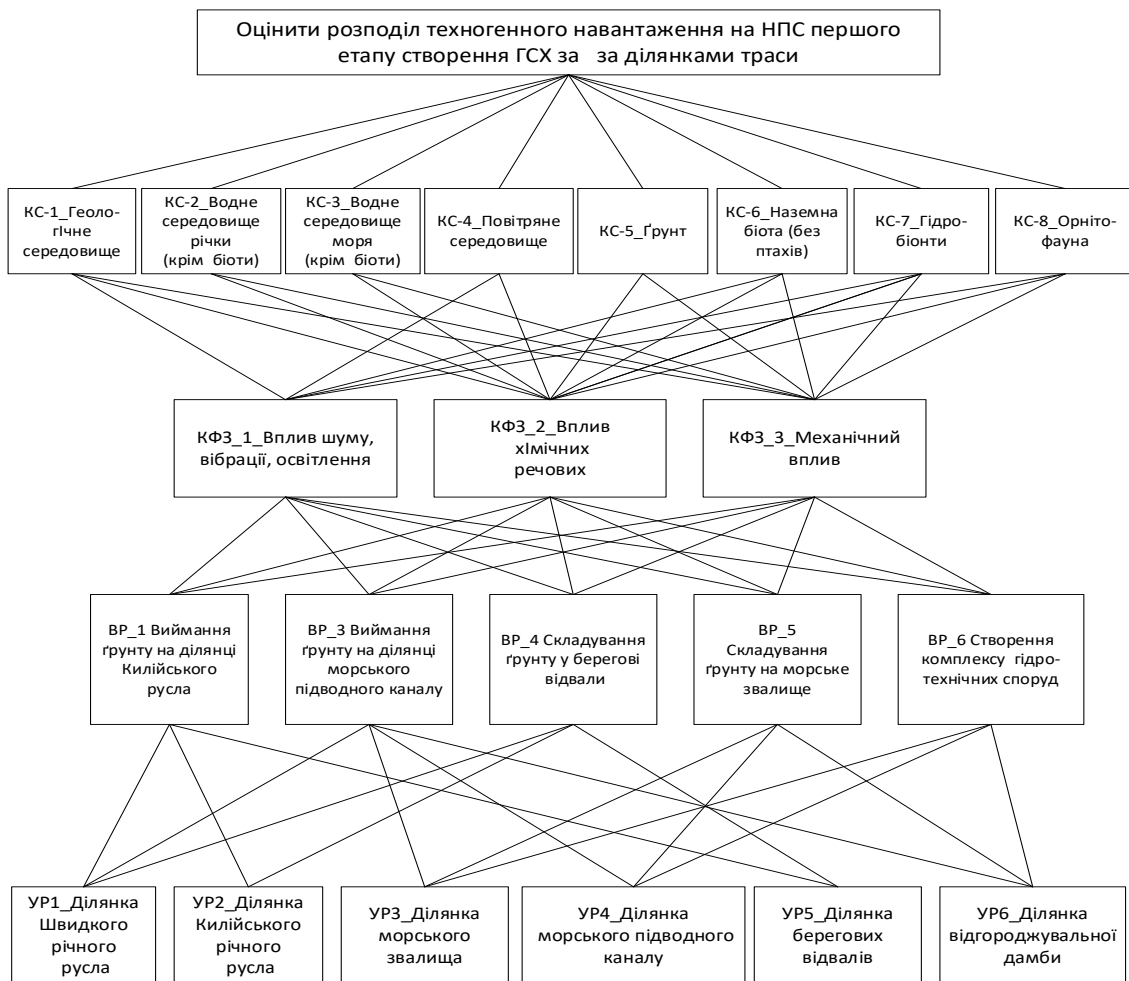
Берегові відвали ґрунту (УР-5) призначені для складування ґрунтів днопоглиблення на ділянці Кілійського рукава.

Місце розташування берегових гідровідвалів пов'язано з місцями ремонту існуючих меліоративних огорожувальних споруд (дамб обвалування рукавів). Землі, виділені під гідровідвали, відносяться до незручних для використання і відведені у тимчасове користування.

У проєкті ГСХ передбачено обвалування території гідровідвалу дамбами та улаштування дренажних каналів і ставків-відстійників для перехоплення вод, що дренуються, та їх відведення до існуючих водотоків.

Захисні огорожувальні дамби (ділянка УР-6), призначені для мінімізації заносимості морського підхідного каналу та забезпечення надійності та безпеки судноводження. Об'єкти ділянок УР-7 і УР-8 (струєнаправляюча дамба и берегоукріплення) не розглядаються як складові елементи задачі оцінки, але їх майбутній вплив враховується при винесенні суджень за іншими елементами.

Оцінка розподілу техногенного навантаження створення ГСХ за ділянками траси розглядається згідно ієрархії (рис. 5.1).



**Рисунок 5.1. Декомпозиція задачі розподілу техногенного навантаження створення ГСХ по ділянках траси**

На першому рівні такої ієрархії знаходиться мета: оцінка розподілу техногенного навантаження на довкілля за ділянками траси. На другому рівні розміщуються субкритерії екологічної безпеки – фактори довкілля (КС-1, КС-2, ..., КС-n), які, власне, і зазнають техногенного навантаження. На третьому рівні розташовані критерії або комплексні фактори впливів (КФВ-1, КФВ-2, ... , КФВ-m), які відображають різну природу впливу (механічну,

фізичну, хімічну, біологічну) на фактори довкілля. На четвертому рівні представлені фактори – види робіт (ВР-1, ВР-2, ... , ВР-s), які формують комплексні фактори впливів. На п'ятому рівні перебувають власне елементи, що порівнюються, – ділянки траси (УР-1, УР-2, ... , УР-t).

Основними джерелами впливів є: днопоглиблювальні роботи (ВР-1, ВР-2), складування ґрунту (ВР-3, ВР-4), створення комплексу гідротехнічних споруд (ВР-5). Ці джерела впливів проявляються у вигляді комплексних факторів впливів: фізичних, хімічних, механічних (КФВ-1, КФВ-2, КФВ-3).

Через комплексні фактори впливів техногенне навантаження передається безпосередньо на компоненти навколишнього середовища КС-1 – КС-8.

Для встановлення зв'язків між елементами рівнів розроблені таблиці характеристики їх взаємодії (табл. 5.9).

**Таблиця 5.9 Характеристика зв'язків між елементами рівня компонентів довкілля та рівня комплексних факторів впливу**

<b>Елемент вищого рівня</b>	<b>Елементи нижнього рівня, пов'язані з відповідним елементом вищого рівня</b>	<b>Зміст зв'язку, що враховується при оцінюванні КФВ щодо компонента навколишнього середовища</b>
КС-1. Геологічне середовище (включаючи дно ріки та моря)	КФВ-1 Фізичні фактори впливів (шуми, вібрація, освітлення)	Зміна щільності донних ґрунтів під впливом вібрацій від роботи механізмів. Розмив окремих ділянок берегів уздовж траси ГСХ внаслідок утворення хвиль від суден, що проходять.
	КФВ-2 Вплив хімічних речовин	Забруднення морського дна в районі морського звалища Зміна морфометричних параметрів дна та берегів у баровій зоні рукава Бистрий.
	КФВ-3 Механічні впливи	Зміна морфометричних параметрів дна рукавів (Кілійського, Старостамбульського). Інтенсифікація процесів відкладення наносів у рукавах дельти. Перерозподіл стоків залучених наносів між рукавами. Зміна процесів еволюції дельти. Можлива трансформація коси Пташиної внаслідок зменшення вздовж берегового перенесення наносів під впливом захисної греблі. Руйнування прируслових валів під впливом проходження суден

Продовження табл. 5.9

Елемент вищого рівня	Елементи нижнього рівня, пов'язані з відповідним елементом вищого рівня.	Зміст зв'язку, що враховується при оцінюванні КФВ щодо компонента навколишнього середовища
КС-2. Водне середовище річки (крім біоти)	КФ-2 Вплив хімічних речовин	Тимчасове збільшення концентрації зважених та розчинених домішок, зниження самоочисної здатності, погіршення кисневого режиму у воді рукавів за рахунок втрат ґрунту при днопоглиблювальних роботах у будівельний та експлуатаційний період. Погіршення якості ґрунтових та поверхневих вод у місцях відвалів донних відкладень. Підвищення рівня трофності та погіршення кисневого режиму у водотоках дельти нижче відвалів ґрунту. Проникнення клину солоних морських вод у гирло рукава Бистрий через проріз МПК.
	КФ-3 Механічні впливи	Забруднення нафтопродуктами під час аварії. Зміна гідрологічних умов рукавів дельти (Кілійський, Старостамбульський, Бистрий). Зміна екологічних умов на окремих ділянках рукавів через появу твердих субстратів. Зміна водного режиму плавні.
КС-3. Водне середовище моря (крім біоти)	КФ-2 Вплив хімічних речовин	Локальне короткочасне забруднення водного середовища у районі дампу ґрунту на морське звалище. Локальне короткочасне забруднення водного середовища в баровій зоні внаслідок втрат ґрунту при днопоглибленні
	КФ-3 Механічні впливи	Зміна поля швидкостей течії у баровій зоні рукава Бистрий
КС-4. Повітряне середовище	КФВ-1 Фізичні фактори впливів (шуми, вібрація, освітлення)	Шум при роботі двигунів суден, будівельних механізмів та допоміжних плавзасобів.
	КФВ-2 Вплив хімічних речовин	Аерозольні викиди шкідливих речовин при роботі двигунів суден, будівельних механізмів і допоміжних плавзасобів, а також при аваріях, що супроводжуються пожежею або вибухом на суднах, що проходять.
КС-5. Ґрунти	КФВ-2 Вплив хімічних речовин	Хімічні речовини, що вимиваються з берегових відвалів донних відкладень, можуть призвести до деградації ґрунтів
	КФВ-3 Механічні впливи	Тимчасове вилучення земель під берегові відвали. Зміна природних умов формування ґрунту.

КС-6. Наземна біота без птахів	КФВ-1 Фізичні фактори впливів (шуми, вібрація, освітлення)	Дія шуму, що відлякує на тварин, працюючих механізмів, сигналів і освітлення з суден, що проходять. Відлякуюча дія вибуху та пожежі під час аварії.
	КФВ-2 Вплив хімічних речовин	Відлякуюча дія на тварин аерозольних викидів від працюючих механізмів, двигунів суден, що проходять
	КФВ-3 Механічні впливи	Внаслідок відчуження території під відвали зменшується зона природного проживання тварин, погіршуються умови їхнього існування.
КС-7. Гідробіоти	КФВ-1 Фізичні фактори впливів (шуми, вібрація, освітлення)	Відлякуючі дії на іхтіофауну вібрації та шумів від роботи механізмів та двигунів суден
	КФВ-2 Вплив хімічних речовин	Токсичні впливи на гідробіотів дрібнодисперсної суспензії з адсорбованими забруднюючими речовинами в результаті втрат ґрунту при днопоглибленні, в результаті дампіngu на морське звалище, в результаті можливого надходження нафтопродуктів при аварії суден. Зниження продуктивності фітопланктону та фітобентосу в зонах підвищеної каламутності. Внаслідок збільшення надходження у русло солоних морських вод ймовірність деградації існуючого та формування нового комплексу бентосних організмів; можливий догляд рідкісних та ендемічних риб. Можливість токсичних впливів на гідробіотів у водотоку нижче відвалів ґрунту.
	КФВ-3 Механічні впливи	Знищення бентосних організмів на ділянках дна, що поглиблюються, і в місцях дампіngu. Зменшення кормової бази риб та втрата частини нерестовищ; порушення вздовж берегових нагульних міграцій через створення комплексу гідротехнічних споруд.
КС-8. Орнітофауна	КФВ-1 Фізичні фактори впливів (шуми, вібрація, освітлення)	Відлякуючі дії шуму та освітлення при проведенні днопоглиблювальних робіт, дампіngu ґрунту, проходженні суден. Відлякуючі дії вибуху, пожежі під час аварії.
	КФВ-2 Вплив хімічних речовин	Відлякуючі дії аерозольних викидів від працюючих механізмів.
	КФВ-3 Механічні впливи	Імовірність втрати місць безпечного гніздування видів птахів, що охороняються, в прибережних районах дельти під впливом робіт у баровій зоні. Втрата місць проживання видів птахів, що охороняються при розмиві прируслових валів під впливом хвилебою від суден, що проходять. Втрата місць проживання через можливість локального розмиву берегів рукава Бистрий внаслідок збільшення швидкості течії.

Для побудованої ієрархії послідовно зверху вниз формується велика кількість матриць парних порівнянь шляхом виконання на кожному рівні оцінок (табл. 5.11) у відповідності з умовами задач управління екологічною безпекою ГСХ (див. табл. 5.10).

**Таблиця 5.10 Умови для задач оцінки впливу техногенного навантаження ГСХ**

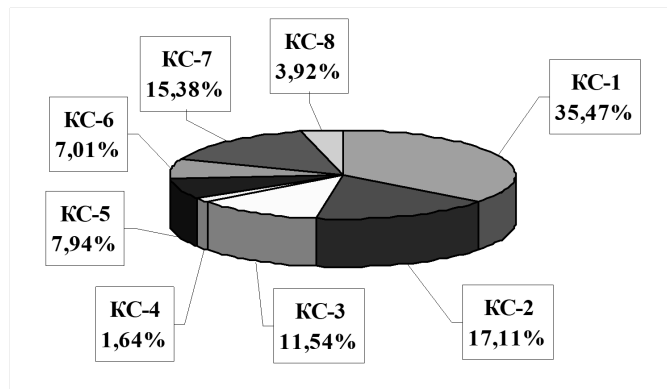
<b>Характеристика умови</b>
1. Ранжування факторів довкілля за величиною впливів, які на них спричиняються
2. Ранжування факторів довкілля у залежності від компонентів середовища, в якому вони поширюються
3. Ранжування видів робіт залежно від комплексних факторів впливів
4. Ранжування ділянок ГСХ у залежності від видів робіт, які на них здійснюються
5. Ранжування показників, які характеризують комплексні фактори впливів з урахуванням реакції середовища та природоохоронних заходів
6. Ранжування можливих остаточних наслідків впливів по ділянках траси

**Таблиця 5.11 Оцінювання, що виконуються за рівнями ієрархії (рис. 5.1)**

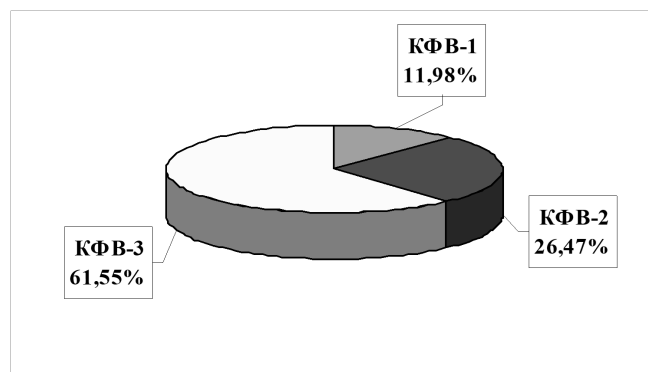
<b>Рівень ієрархії</b>	<b>Зміст оцінки</b>
2 КС	Як техногенне навантаження сприймається кожним компонентом довкілля
3 КФВ	Як через кожен комплексний фактор впливів техногенна навантаження передається на відповідні компоненти довкілля
4 ВР	Яким чином кожен із видів робіт формує комплексні фактори впливу
5 УР	Яким чином кожна з ділянок траси зазнає впливу аналізованого виду робіт

В результаті ієрархічного синтезу на кожному рівні ієрархії виділені елементи, на які спрямоване основне техногенне навантаження (рис. 5.2 – 5.5).

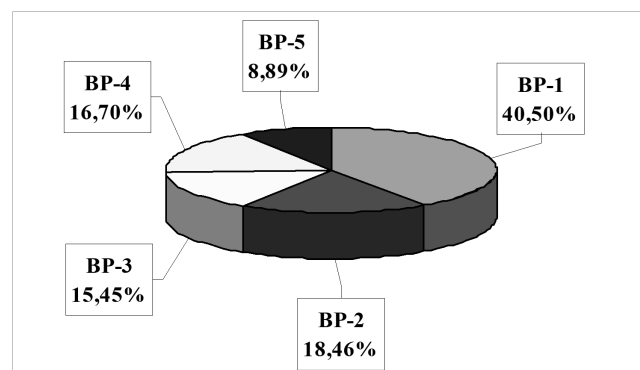




**Рисунок 5.2.** Діаграма розподілу техногенного навантаження етапу будівництва за факторами довкілля



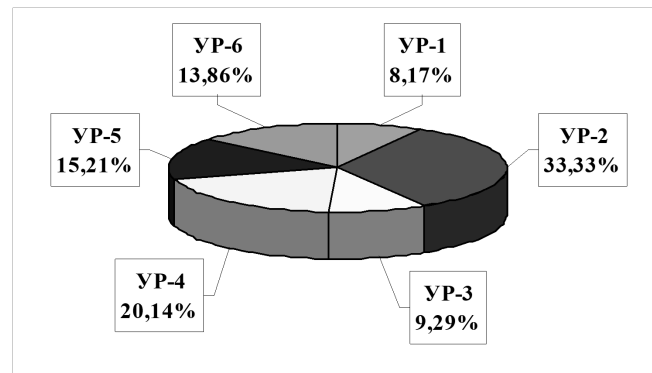
**Рисунок 5.3.** Діаграма розподілу техногенного навантаження етапу будівництва за комплексними факторами впливів



**Рисунок 5.4.** Діаграма розподілу техногенного навантаження етапу будівництва за видами робіт

З наведених вище оцінок (рис. 5.2) випливає, що техногенного навантаження більш за все зазнають геологічне середовище (35,47%), водне середовище ріки (17,11%) і водне середовище моря (11,54%). Навантаження передається головним чином через механічні впливи (61,55%) (рис. 5.3). Найбільшим джерелом впливів є виїмка ґрунту на ділянці русла

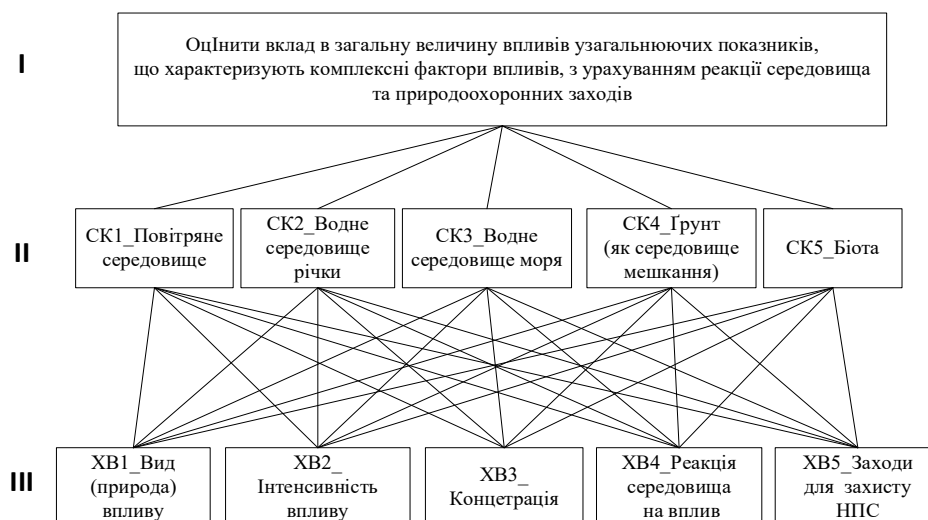
Кілійського рукава (40,5%) (рис. 5.4). І, нарешті, ділянка траси, на якій техногенне навантаження буде максимальним, це ділянка русла Кілійського рукава (33,33%) (рис. 5.5).



**Рисунок 5.5. Діаграма узагальненої оцінки розподілу техногенного навантаження етапу будівництва по ділянках траси**

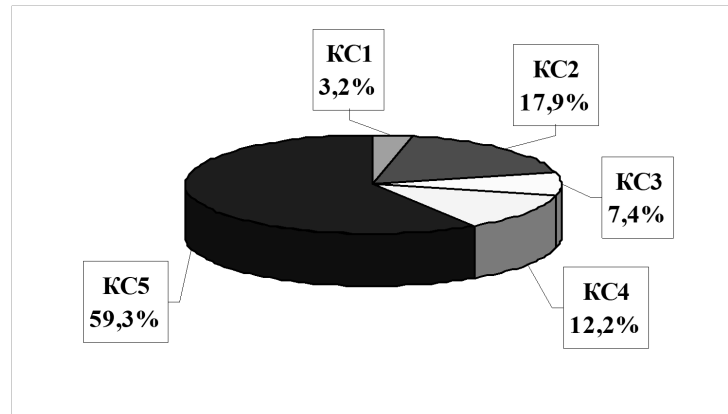
На наступному етапі дослідження оцінюються остаточні наслідки впливів по ділянках траси. Для вирішення цієї задачі використовується структура ієрархії за розподілом техногенного навантаження (рис. 5.1), із заміною мету на нову: оцінка розподілу остаточних наслідків впливу по ділянках траси з урахуванням реакції середовища та природоохоронних заходів та умови 5, 6 табл. 5.10.

Для обґрунтованих суджень у такій постановці, вирішується проміжна задача: оцінка внеску у спільну величину впливів узагальнюючих показників, які характеризують комплексні фактори впливів з урахуванням реакції середовища та природоохоронних заходів (рис. 5.6).



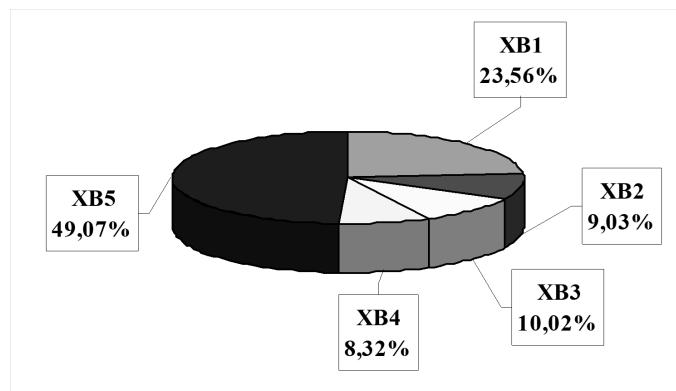
**Рисунок 5.6. Декомпозиція задачі оцінки значимості характеристик комплексних факторів впливів у залежності від компонента середовища розповсюдження**

Розв'язання цієї задачі дозволяє визначити пріоритетні фактори довкілля відносно чутливості до комплексних факторів впливів (рис. 5.7). Це передусім біота (пріоритет складає 59,2%), водне середовище ріки (17,9%) і ґрунт як середовище мешкання (12,1%).



**Рисунок 5.7. Розподіл факторів довкілля за чутливістю до комплексних факторів впливів**

Аналіз значень глобальних пріоритетів елементів ієрархії задачі, яка розглядається (рис. 5.8), дозволяє виділити найбільшу значущість у загальній величині впливів природоохоронних заходів (49,07%) і виду (природи) впливів (23,56%).



**Рисунок 5.8 Розподіл значимості показників, що характеризують комплексні фактори впливів з урахуванням реакції довкілля і наявності природоохоронних заходів, для етапу будівництва**

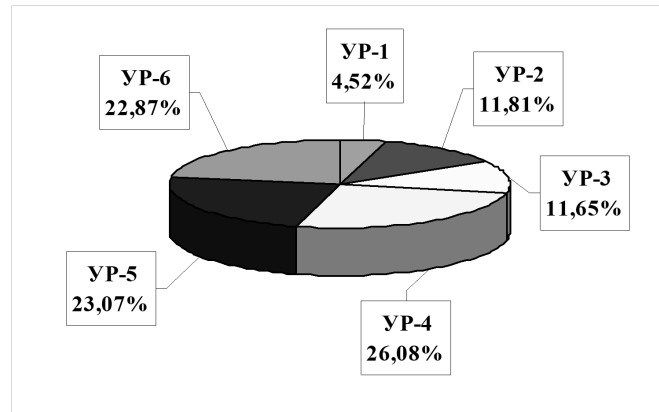
З урахуванням цієї інформації вирішується задача оцінки розподілу остаточних наслідків впливів (рис. 5.9). Питання оцінки цієї задачі наступні.

Рівень критеріїв КС: в якому з компонентів середовища, що порівнюються, більше проявляться остаточні наслідки.

Рівень КФВ: який з комплексних факторів впливів, що порівнюються, більш суттєвий відносно остаточних наслідків для даного компонента середовища.

Рівень ВР: для розглядуваного комплексного фактору впливів який з видів робіт, що порівнюються, проявиться більше в остаточних наслідків.

Рівень ділянок траси: на якій з ділянок траси, що порівнюються (РР), більше проявляться остаточні наслідки залежно від даного виду робіт.



**Рисунок 5.9 Розподіл остаточних наслідків впливів по ділянках траси з урахуванням реакції середовища та природоохоронних заходів**

Пріоритети розподілу остаточних наслідків впливів по ділянках траси (рис. 5.9): ділянка морського підхідного каналу – 26,08%, ділянка берегових відвалів – 23,07%; ділянка захисної дамби – 22,87%.

Отримані пріоритети можуть слугувати вихідною інформацією для винесення суджень у задачах управління екологічною безпекою у будівельний та експлуатаційний період.

В експлуатаційний період за межами ділянок, де проводяться ремонтні роботи з підтримання проектних глибин ГСХ, основними джерелами викидів забруднювальних речовин і парникових газів та акустичного впливу є вантажні судна, що проходять судновим ходом. Ці джерела не відносяться до факторів техногенного навантаження, напряду повязаних з планованою діяльністю, оскільки судноплавство в українській ділянці дельти Дунаю є традиційним видом господарської діяльності. Але впливи судноплавства необхідно враховувати при оцінці кумулятивного впливу планованої діяльності та інших видів діяльності на довкілля. Тому розрахунки та оцінка впливу викидів та шуму від суден, що проходять по ХСХ, на найбільш уразливій ділянці між Вилковим і гирлом рукава Бистрий розглянуто у розділі 5.5.

#### 5.4 Можливий вплив, зумовлений ризиками для здоров'я людей, об'єктів культурної спадщини та довкілля, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій

Серйозні негативні впливи на довкілля можуть бути викликані аваріями на судах, що проходять ГСХ. При цьому найбільш масштабний вплив на біоту дельти може мати сильну пожежу або вибух на судні, що транспортує небезпечні хімічні речовини (НХР). У відкритому морі така тяжка аварія зазвичай призводить до загибелі судна.

У 1963 р. тоннаж світового флоту (суду понад 1000 реєстрових (реєс.) т бруто) становив 198 млн. т., у т.ч.: суховантажних суден – 88 млн. т, нафтових танкерів – 44 млн. т, суден з вантажем, розміщеним навалом, – 24 млн. т, пасажирських та рефрижераторних суден – 42 млн. т [21]. Тобто існувало близько  $1,98 \cdot 10^5$  судів у розрахунку на 1000 реєс. т бруто. У цей час на судах у середньому відбувалося 426 пожеж на рік (таблиця 5.12) [22]. Імовірність пожежі на судні становила приблизно  $2,1 \cdot 10^{-3}$ .

Найбільшу небезпеку для біоти заповідника можуть становити аварії суден у межах рукавів Старостамбульського та Бистрого, що призводять до залпових викидів газоподібних токсичних речовин у приземний шар атмосфери.

**Таблиця 5.12 - Статистика пожеж на морських судах за 1958-1961 роки**

Місце пожежі	Кількість пожеж на судах			
	1958	1959	1960	1961
У відкритому морі	109	106	109	168
Під час судноремонту	36	63	48	51
Під час стоянки у портах	234	259	262	261
<b>Усього</b>	<b>379</b>	<b>428</b>	<b>419</b>	<b>480</b>

Враховуючи, що при пожежах гинули близько 5 % суден [22], ймовірність загибелі судна від пожежі  $V_n$  може бути прийнята  $1,05 \cdot 10^{-4}$ . Згідно з прийнятою в Україні класифікацією (табл. 5.13) [23, 24] рівень техногенного ризику такої події оцінюється як «прийнятний».

**Таблиця 5.13 - Класифікація рівнів ризику**

Категорія	Оцінка рівнів	Ризик
1	Безпечний	$< 10^{-4}$
2	Прийнятний	$10^{-4}$
3	Небезпечний	$10^{-3}$
4	Особливо небезпечний	$> 10^{-3}$

Ймовірність викликаної пожежею або вибухом важкої суднової аварії  $V_a$  на ділянці траси ГСХ, що перетинає територію ДБЗ, за умов незалежної від місця знаходження судна дії факторів, що призводять до аварій, визначається за формулою

$V_a = V_n \cdot V_z$ , где  $V_z$  – ймовірність перебування судна дільниці. Довжина ділянки ГСХ від морського підхідного каналу до західного краю о. Єрмаків складає 33 км, швидкість руху приймаємо максимально обмеженою – 7 вузлів, тобто 13 км/год. При цьому проходження судна дільницею займає 2,54 години. Враховуючи, що очікувана кількість суднопроходів становить 569...1700 на рік або 2...5 одиниць/добу, час перебування судна дільниці становитиме  $(2...5) \cdot 2,54 = 5,08...12,7$  часов або 0,21...0,53 доби. То єсть,  $V_z = 0,21...0,53$ .

**За цих умов ймовірність важкої аварії  $V_a$  на ділянці, де вона завдала б найбільшої шкоди заповіднику, становить  $(2,2...5,6) \cdot 10^{-5}$  та відповідає безпечному рівню ризику.**

Ймовірність, що пожежа чи вибух станеться на судні, що транспортує НХР, буде ще нижчою. За відсутності достовірної статистики таких аварій можна з достатньою мірою надійності прийняти ймовірність аварії на судні, що перевозить НХР, на ділянці ГСХ, що розглядається, **на рівні  $<1 \cdot 10^{-5}$ , що відповідає безпечному рівню ризику, прийнятому як в Україні, так і за кордоном.** Ця величина може бути уточнена з отриманням відомостей щодо складу та обсягів вантажів на суднах, що проходять ГСХ.

*При виборі сценарію розрахункової аварії на судні та методики оцінки її наслідків для дельти* необхідно враховувати, що основними факторами її впливу на навколишнє середовище є залпове скидання у воду та викид в атмосферу забруднюючих речовин. Скидання рідких хімічних речовин впливає насамперед стан водної екосистеми. У разі аналізованої ділянки ГСХ, де русло відокремлено від прилеглих територій плавнів бар'єрами – прирусловими валами, забруднений внаслідок аварії обсяг води спочатку винесуть до моря, лише звідти частина забруднюючих речовин може потрапити у плавні. При цьому чим вище за течією знаходиться місце аварії, тим масштабнішими є її негативні наслідки, оскільки відповідно збільшується кількість рукавів дельти, якими поширюється забруднення.

Отже, розглядаючи можливі наслідки гіпотетичної хімічної аварії з епіцентром у межах ДБЗ, першочергову увагу слід приділяти забруднення атмосферного повітря, яке поширюється на значні території. Як правило, при суднової пожежі основними складовими викиду є вуглецю діоксид  $CO_2$  та оксид  $CO$ , що значно менше впливають на біоту, ніж оксиди сірки та азоту (переважно  $SO_2$  та  $NO_2$ ). Період впливу продуктів горіння на біоту при пожежі на судні досить короткий. **Наднормативні впливи при цьому можуть відбуватися тільки на територію, що безпосередньо прилягає до епіцентру.**

В умовах ГСХ найбільш тяжкі наслідки для біоти має **викид у повітря хмари НХР внаслідок розливу та випаровування при високотемпературному руйнуванні конструкцій або вибуху.**

Для аналізу наслідків такої події може бути застосована діюча методика [25] прогнозування масштабів забруднення при аваріях з НХР на промислових об'єктах, автомобільному, **річковому**, залізничному та трубопровідному транспорті, а також **на морському транспорті у разі, якщо хмара НХР досягає прибережної зони.**

Методика застосовується тільки для НХР, які зберігаються в газоподібному або рідкому стані, в момент вилливу або викиду переходять у газоподібний стан і створюють первинну або вторинну хмару НХР.

Первинна хмара НХР утворює пароподібну частину НХР, яка знаходиться в будь-якій ємності над поверхнею зрідженого НХР і виходить в атмосферу безпосередньо при руйнуванні ємності без випаровування поверхні.

Вторинна хмара НХР виникає протягом певного часу в результаті випаровування рідкого НХР з підстилаючої поверхні (для легколетких речовин час утворення вторинної хмари після завершення дії первинної відсутня, для інших речовин вона залежить від властивостей НХР, стану обвалування та температури повітря).

За методикою визначається зона можливого забруднення (ЗМХЗ) – територія, у межах якої під впливом зміни напрямку вітру може виникнути переміщення хмари ОХВ із небезпечними концентраціями. У межах ЗМХЗ розраховуються параметри прогнозованої зони хімічного забруднення (ПЗХЗ). Параметри ПЗХЗ – глибина прогнозованої зони хімічного забруднення  $G_{пзхз}$  та площа цієї зони  $S_{пзхз}$ .

Розраховується також час підходу хмари НХР до заданого об'єкта та термін дії джерела забруднення.

**При визначенні НХР для оцінки впливу на біоту ДБЗ** слід враховувати, що хоча перелік речовин, які негативно впливають на біоту, значною мірою збігаються з переліком шкідливих для населення речовин, проте пріоритети принципово відрізняються. На рослинність найбільш негативно впливають хлор, сполуки сірки та азоту.

**Хлор (Cl<sub>2</sub>)** впливає на рослинність у різних формах: газоподібний хлор, газоподібний хлористий водень, солі соляної кислоти тощо. З'єднання хлору викликають глибокі структурні та функціональні порушення у живих організмах, є токсичними для людини. Відкладення хлоридів обумовлюють незворотні ушкодження лісів – від некрозу листя до повного відмирання рослини.

**Окиси сірки** є найбільш токсичними для рослин серед шкідливих сполук сірки, до яких також належать сірководень та сірковуглець. Час самоочищення атмосферного повітря від  $\text{SO}_2$  перевищує 10 годин.

**Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ )**, що є основною газоподібною сполукою сірки в продуктах горіння, у сухому чистому повітрі зберігається протягом 2...4 або більше днів. Руйнування  $\text{SO}_2$  в атмосфері відбувається під дією ультрафіолетової радіації (290...400 нм) з утворенням сірчаного ангідриду  $\text{SO}_3$ . При високій вологості та у присутності твердих речовин, що каталізують окислення, напівперіод реакцій становить 10...20 хв. За цей час половина  $\text{SO}_2$  перетворюється на триоксид  $\text{SO}_3$ . Однак по кінетиці цієї реакції повне окислення другої половини може зайняти від кількох годин до кількох діб.

Механізм інтоксикації рослин  $\text{SO}_2$  дуже складний. Забруднююча речовина надходить до дерев через листові пори, а також через нирки, кору та інші частини. Поглинений газ накопичується в кінчиках листя та голок. Вважають, що основну роль відіграє надмірна кількість окислених форм сірки, порушення їх балансу з відновленими формами та вплив на життєво важливі ферменти. При цьому змінюється мінеральний склад зеленої маси – збільшується вміст кальцію, калію, магнію та заліза, а хлорофіл розкладається.

Азоту окисли -  $\text{NO}_x$ . Безпосередньо у процесі горіння палива утворюється  $\text{NO}$ , який швидко доокислюється в  $\text{NO}_2$  в повітрі. При розрахунку викиди сполук азоту  $\text{NO}_x$  наводяться до  $\text{NO}_2$ . У процесі газофазових реакцій приблизно через 10 годин оксиди азоту перетворюються на азотну кислоту. Частина її нейтралізується аміаком.

Поглинаючись листям, оксиди азоту порушують обмін речовин та погіршують кормові властивості рослин. Руйнувати зелену масу чутливих рослин можуть досить малі концентрації оксидів азоту в повітрі.

При встановленні гранично допустимих концентрацій вищезгаданих речовин для рослинності рекомендується застосовувати вдвічі жорсткіші ГДК, ніж населення. Перелік рекомендованих ГДК шкідливих речовин у повітрі за критерієм шкідливого на біоту наведено у таблиці 5.14.

***Вихідні дані для прогнозування.***

Відповідно до методики [25], в мирний час за умов відсутності стихійного чи антропогенного лиха прогнозування здійснюється для проєктної аварії.

За такої аварії максимальна разова маса НХР ( $\text{МНХР}_{\text{мр}}$ ) дорівнює 70% кількості НХР у одиничній максимальній технологічній ємності. Паспортний обсяг ємності приймається 60 т, звідки  $\text{МОХВ}_{\text{мр}} = 42$  т.



Таблиця 5.14 – Перелік рекомендованих ГДК забруднюючих речовин у повітрі за критерієм шкідливого на біоту [59, 60, 88].

Речовина *	Гранично допустимі концентрації максимальні разові (ПДК <sub>мр</sub> ) та середньодобові (ГДК <sub>сд</sub> ), мг/м <sup>3</sup>					
	біосфера		рослинність		дерева	
	ПДК <sub>мр</sub>	ПДК <sub>сс</sub>	ПДК <sub>мр</sub>	ПДК <sub>сс</sub>	ПДК <sub>мр</sub>	ПДК <sub>сс</sub>
F	0,020	0,003	-	-	0,020	0,003
HCHO	0,020	0,003	0,020	-	0,020	0,003
Cl <sub>2</sub>	0,025	0,015	0,025	-	0,025	0,015
SO <sub>2</sub>	0,020	0,015	0,020	-	0,300	0,015
NO <sub>2</sub>	0,040	0,020	-	0,02	0,040	0,040
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,100	0,030	0,100	-	0,100	0,030
NH <sub>3</sub>	0,050	0,040	0,050	-	0,100	0,040
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,100	0,050	0,100	-	0,100	0,050
O <sub>3</sub>	0,100	-	0,100	-	-	-
Пыль	0,200	0,050	0,200	0,05	0,200	0,050
CO	1,000	1,000	3,000	-	3,000	1,000
H <sub>2</sub> S	0,080	0,080	0,080	-	0,080	0,080
CH <sub>4</sub> O	0,200	0,100	0,200	-	0,200	0,100
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	0,200	0,200	0,200	-	0,200	0,200

\* F – фториди (по фтору); HCHO – формальдегід; Cl<sub>2</sub> – хлор молекулярний; NO<sub>2</sub> – азоту діоксид; CO – вуглецю оксид; SO<sub>2</sub> – сірки діоксид; C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – бензол; H<sub>2</sub>S – сірководень; NH<sub>3</sub> – аміак; пил – зважені недиференційовані речовини повітря; CH<sub>4</sub>O – метанол; C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> – циклогексан; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – сірчана кислота; O<sub>3</sub> – озон

Приймається розлив НХР «в піддон» або «вільно» – залежно від умов (у режимі розливу «в піддон» НХР розливається по поверхні в межах обвалування шаром  $h_{\text{ист}} = (H_{\text{вал}} - 0,2)\text{м}$ , де  $H_{\text{вал}}$  - висота обвалування (табл. 5.15).

Таблиця 5.15 – Коефіцієнти  $K_{\text{вал}}$  зменшення глибини поширення хмари НХР при виливі «вільно» та «в піддон»

НХР		Висота обвалування $H_{\text{вал}}$ , м			
		≤ 0,05	1,0	2,0	3,0
хлор	Cl <sub>2</sub>	1,0	0,48	0,42	0,40
аміак	NH <sub>3</sub>	1,0	0,50	0,45	0,43
формальдегід	HCHO	1,0	0,48	0,43	0,40
ангідрид сірчаний	SO <sub>3</sub>	1,0	0,40	0,33	0,32
сірководень	H <sub>2</sub> S	1,0	0,63	-	-
кислота соляна	HCl	1,0	0,22	0,14	0,10
хлорпікрін	CCl <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	1,0	0,19	0,11	0,09

Приймаються такі *метеорологічні параметри*:

$U_v = 1$  м/с - швидкість вітру в приземному шарі;

$T = +20$  °С - температура повітря;

**КСВП** – ступінь вертикальної стійкості повітря – приймається інверсія, напрям вітру не враховується, а поширення хмари забрудненого повітря в колі [25].

У разі вертикальних перешкод глибина поширення хмари забрудненого повітря кожного 1 км цих зон зменшується на відповідні коефіцієнти (табл. 5.16).

**Таблиця 5.16 – Зменшення глибини поширення хмари забрудненого повітря  $K_{тер}$  та множник, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря КСВП**

Стан приземного шару повітря		х КСВП	х $K_{тер}$ (віднімається)		
			біота	село	місто
<b>інверсія</b>	$T_{пов.г} < T_{пов.2}$	0,081	1,8	3,0	3,5
<b>ізотермія</b>	$T_{пов.г} = T_{пов.2}$	0,133	1,7	2,5	3,0
<b>конвекція</b>	$T_{пов.г} > T_{пов.2}$	0,235	1,5	2,0	3,0

Примітки:  $T_{пов.г}$  – температура поверхні ґрунту;  $T_{пов.2}$  – температура повітря на висоті 2 м від поверхні.

Усі розрахунки виконуються терміном **не більше 4 годин**. Після визначення розрахункової глибини зони хімічного забруднення  $\Gamma_{расч}$  з урахуванням всіх коефіцієнтів отримане значення порівнюється з максимальним значенням перенесення повітряних мас за 4 години:

$$\Gamma_{мак} = 4 V_{фр}$$

где  $\Gamma_{мак}$  - максимальна глибина зони;

$V_{фр}$  - швидкість перенесення переднього фронту забрудненого повітря залежно від швидкості вітру  $U_v$  [83], км/год.

Залежності  $V_{фр}$  ( $U_v$ ) згідно табл. 2 Методики [83]:

інверсія  $V_{фр} = 5,3 U_v$  (м/с) – 0,3, км/год;

ізотермія  $V_{фр} = 5,9 U_v$  (м/с) – 0,1, км/год;

конвекція  $V_{фр} = 7,0 U_v$  (м/с), км/год.

Для прийнятих нормативно умов швидкість вітру в приземному шарі  $U_v = 1$  м/с на тлі інверсії  $V_{фр} = 5,3 U_v$  (м/с) – 0,3 =  $5,3 \cdot 1,0 - 0,3 = 5,0$  км/год.

$$\Gamma_{мак} = 4,0 \text{ (години)} \cdot V_{фр} \text{ (км/год)} = 4,0 \cdot 5,0 = 20,0 \text{ км.}$$

Порівнюються  $\Gamma_{\text{расч}}$  і  $\Gamma_{\text{мак}}$  і приймається найменше із двох значень, тобто  $\Gamma_{\text{ПЗХЗ}} = \min\{\Gamma_{\text{мак}}, \Gamma_{\text{расч}}\}$ .

Для розрахунків  $\Gamma_{\text{расч}}$  різних НХР значення глибини поширення хмари НХР, що відповідає умовам за яких виникла аварія з НХР (швидкість вітру, СВСП, температура повітря, кількість НХР), множиться на коефіцієнт, отриманий [ 25] для даного НХР.

#### **Результати прогнозування**

З урахуванням режиму розливу «в піддон» з висотою обвалування  $H_{\text{іст}} = 1...3$  м приймаємо коефіцієнти обвалування  $K_{\text{вал}}$  за табл. 7.8. Зменшення глибини поширення хмари забрудненого повітря  $K_{\text{тер}}$  (табл. 5.17) за наявності розрізнених лісових смуг загальною шириною 3 км становить  $d\Gamma = 3 \text{ (км)} \cdot 1,8 = - 5,4 \text{ км}$ ;

Глибина зони забруднення  $\Gamma_{\text{розр}}$  небезпечними для біоти сполуками хлору, сірки та азоту [25] при розливі 42 т відповідної речовини прогнозується 0,9...17,0 км (табл.5.33).

**Таблиця 5.17 – Розрахункова глибина зони забруднення  $\Gamma_{\text{розр}}$  за вихідних даних:  $M_{\text{НХР,мр}} = 42 \text{ т}$ ; швидкість вітру  $U_{\text{в}} = 1 \text{ м/с}$ ;  $T = + 20 \text{ }^\circ\text{C}$**

НХР	Формула	$\Gamma$	$K_{\text{вал}}$	$\Gamma_{\text{розр}}$	№ таблиці Методики [83]
		км	-	км	
хлор	$\text{Cl}_2$	47,1	0,48	17,2	табл.8
ангідрид сірчаний	$\text{SO}_3$	23,6	0,40	4,0	табл.11
кислота соляна	$\text{HCl}$	19,1	0,22	0,6	табл.14
азоту оксиди	$\text{NO}_x$	13,2	0,48	0,9	табл.8; табл.20
сірководень	$\text{H}_2\text{S}$	6,2	0,63	0,3	табл.11
сірковуглець	$\text{CS}_2$	2,9	0,63	0,1	табл.14

Відповідно до методики площа прогнозованої зони хімічного забруднення (ПЗХЗ) біоти сполуками хлору, сірки та азоту становить  $S_{\text{ПЗХЗ}} = 0,11 \Gamma_{\text{розр}}^2 = 0,09...32,5 \text{ км}^2$ .

Ця площа не перевищує 6,5% площі ДБЗ. Такий масштаб впливу аварії з урахуванням дуже низького ступеня її ризику можна вважати допустимим.

Матеріали, наведені у попередніх підрозділах засвідчують, що, за виключенням дуже малоймовірних випадків масштабних аварій, планована діяльність не спричинятиме негативного впливу на здоров'я населення та не несе істотних ризиків для здоров'я окремої людини. Доведемо це на прикладі оцінки індивідуального канцерогенного впливу.

Ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів ( $\text{ICR}_i$ ) від речовин, яким яким властива канцерогенна дія, розраховується за формулою:

$ICR_i = C_i \times UR_i$ , де

$C_i$  – розрахункова середньорічна концентрація  $i$ -ої речовини,  $мг/м^3$  на межі житлової забудови;

$UR_i$  – одиничний канцерогенний ризик  $i$ -ої речовини,  $м^3/мг$  (Зміна 1 до ДБН А.2.2-1-2003).

Відповідно до методичних рекомендацій з оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря МР 2.2.12-142-2007 розрахунок індивідуального канцерогенного ризику здійснювався за умови використання даних щодо величини експозиції та значень факторів канцерогенного потенціалу.

До канцерогенних речовин, що забруднюють атмосферне повітря викиди при днопоглиблювальних роботах, при будівництві Північної захисної дамби та струмененапряної споруди і берегоукріплення, будівництві продовження Південної та Північної дамб відноситься тільки бенз(а)пірен.

При будівництві гідротехнічних споруд механізми і плавзасоби знаходяться на відстані чотирьох і більше кілометрів від житлової забудови населених пунктів.

При днопоглибленні перекатів русла Кілійського рукава днопоглиблювальна техніка може епізодично наближатися до населених пунктів, які знаходяться вздовж берегів.

Характеристику ризику розвитку канцерогенних ефектів за бенз(а)піреном проводити не доцільно, тому що приріст середньорічних концентрацій речовин на межі житлової забудови населених пунктів, від зазначених пересувних джерел є замалим.

**Отже, канцерогенний ризик для здоров'я людини за впливу забруднюючих повітря речовин, що містяться у викидах будівельних машин і механізмів при реконструкції ГСХ можна вважати допустимим.**

**5.5. Можливий вплив, зумовлений кумулятивним впливом інших наявних об'єктів, планованої діяльності та об'єктів, щодо яких отримано рішення про провадження планованої діяльності, з урахуванням усіх існуючих екологічних проблем, пов'язаних з територіями, які мають особливе природоохоронне значення, на які може поширитися вплив або на яких може здійснюватися використання природних ресурсів**

Проблема оцінки впливів на біологічні об'єкти глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море при їх кумуляції розглядається з урахуванням отриманої вище (рис. 5.11) значущості біотичних критеріїв. Ця проблема є особливо актуальною у зв'язку з тим, що траса ГСХ проходить по українській ділянці дельти р. Дунай поряд з територією Дунайського біосферного заповідника, яка є частиною білатерального Румунсько-Українського заповідника „Дельта Дунаю”. Унікальні водно-болотні біоценози дельти Дунаю згідно

Рамсарській Конвенції віднесені до особливо чутливих у відношенні до антропогенних впливів і таких, які потребують спеціальної охорони. У відповідності з Конвенцією Еспоо усі можливі довготривалі впливи на біоту в районі траси ГСХ повинні розглядатися як транскордонні.

При цьому треба мати на увазі, що віддалені негативні екологічні наслідки можуть бути викликані як факторами впливів, які повторюються і безпосередньо пов'язані з експлуатацією ГСХ (судноплавство та ремонтне днопоглиблення), так і факторами постійних впливів (змінені морфологічні та гідрологічні параметри рукавів і прилеглої ділянки узмор'я), що виникають в результаті робіт будівельного періоду: днопоглиблення на перекатах рукавів і у зоні морського бара, створення гідротехнічних споруд.

Задача аналізу полягає у визначенні найбільш значущих факторів і джерел кумулятивних впливів на біоту для періоду реконструкції та експлуатації ГСХ і відповідно найбільш ефективних природоохоронних заходів для їх мінімізації у відповідності з основною метою: екологічною безпекою споруди в період експлуатації.

Нижче виконана декомпозиція задачі та побудована багаторівнева ієрархія (рис. 5.15).

Зв'язки між рівнями ієрархії – метою, критеріями, факторами, джерелами та природоохоронними заходами відображено у табл. 5.18.

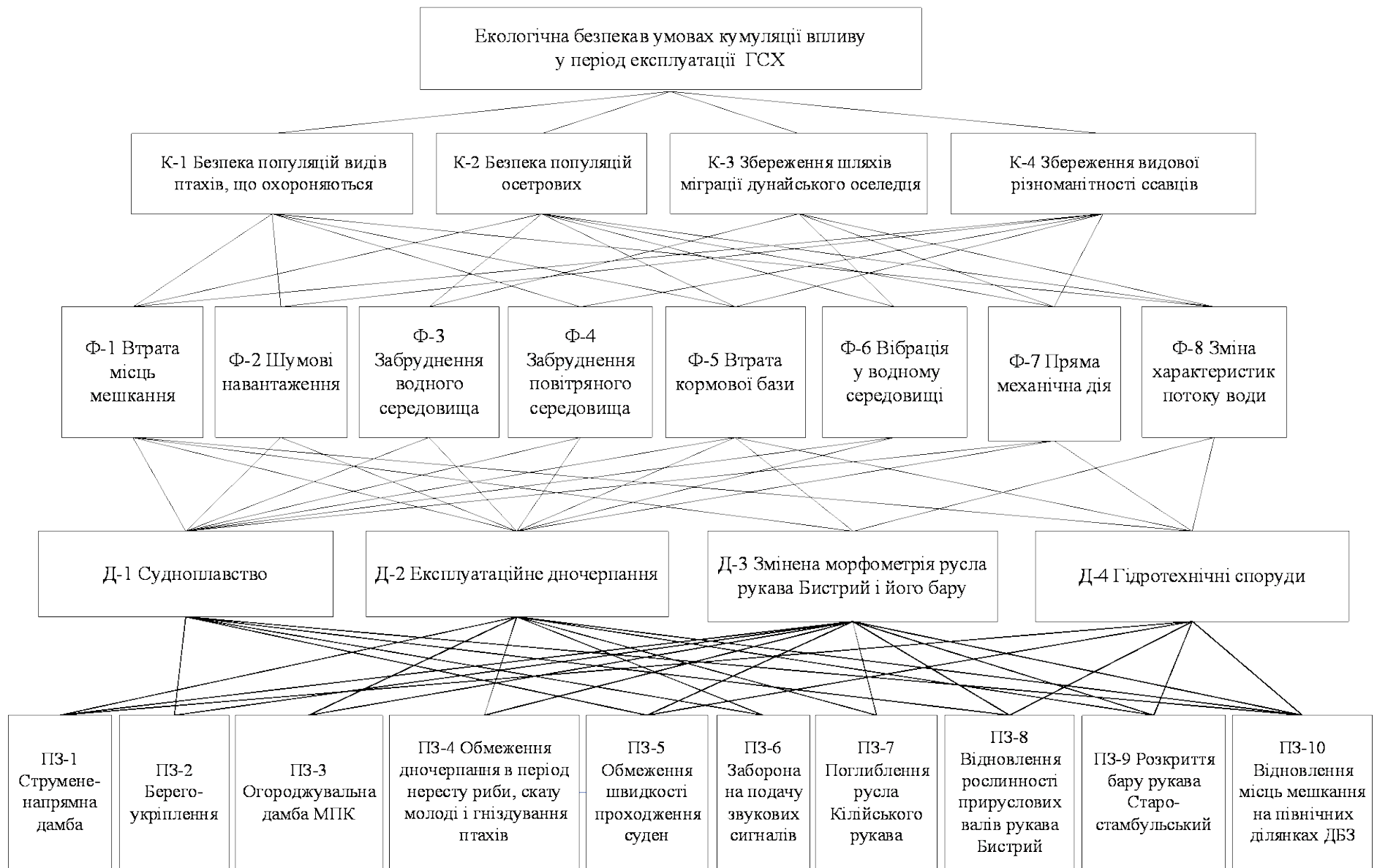


Рисунок 5.15 Ієрархічна структура задачі управління екологічною безпекою ГСХ у період реконструкції в умовах кумуляції впливів на біоту

**Таблиця 5.18 Характеристика зв'язків між елементами суміжних рівнів ієрархії з метою оцінки екологічної безпеки ГСХ під час експлуатації за умов кумуляції впливів**

Елемент вищого рівня	Елементи нижчого рівня, пов'язані з відповідним елементом вищого рівня	Пояснення суті зв'язку
Зв'язки між метою та елементами рівня критеріїв екологічної безпеки ГСХ (як екологічна безпека ГСХ в період експлуатації в умовах кумуляції впливів судноплавства, втрати місць проживання та/або занепокоєння визначається окремими критеріями К екологічної безпеки ГСХ)		
Екологічна безпека ГСХ у період експлуатації в умовах кумуляції впливів	К-1 Безпека популяцій видів птахів, що охороняються	Популяції водоплавних та навколоводних птахів є найбільш цінним компонентом тваринного світу дельти р. Дунай. Охоронювані види серед загального видового розмаїття птахів дельти займають чільне місце. Популяції цих птахів у зоні впливу ГСХ мають підвищену чутливість до всіх факторів впливу під час його експлуатації. Таким чином, безпека популяцій видів птахів, що охороняються, є найважливішим критерієм екологічної безпеки ГСХ в період експлуатації в умовах кумуляції впливів.
	К-2 Безпека популяцій осетрових	р. Дунай є останньою річкою у басейні Чорного моря, де здійснюється природний цикл розмноження осетрових риб. Рукав Бистрий – один із основних шляхів їх міграції. Дорослі особини осетрових у період нерестової міграції та молодь у період скату та нагулу досить чутливі до факторів впливу під час експлуатації ГСХ.
Екологічна безпека ГСХ у період експлуатації в умовах кумуляції впливів	К-2 Безпека популяцій осетрових	Таким чином, безпека популяцій осетрових – важливий критерій екологічної безпеки ГСХ у період експлуатації за умов кумуляції впливів.
	К-3 Збереження шляхів міграції дунайського оселедця	Дунайський оселедець є дунайським ендеміком і найбільш масовим видом прохідних риб у дельті р. Дунай займає провідне місце в промисловому рибальстві Придунав'я. Рукав Бистрий – один із основних шляхів її міграції. Дорослі особини дунайського оселедця в період нерестової міграції та молодь у період схилу досить чутливі до факторів впливу під час експлуатації ГСХ. Таким чином, безпека збереження шляхів міграції дунайського оселедця є важливим критерієм екологічної безпеки ДСГ у період експлуатації в умовах кумуляції впливу.

	К-4 Збереження видового розмаїття ссавців	Ссавці - не дуже численна, але важлива ланка тваринного світу дельти нар. Дунай. Збереження їх видового розмаїття має значення для підтримки стабільності місцевих тварин угруповань. Серед ссавців зони впливів ГСХ - представники видів, що охороняються. Ссавці дуже чутливі до факторів впливів в умовах експлуатації ГСХ. Таким чином, збереження видового розмаїття ссавців є важливим критерієм екологічної безпеки ГСХ під час експлуатації за умов кумуляції впливів.
Зв'язки між елементами рівня критеріїв екологічної безпеки та рівня факторів впливів (як через окремі фактори впливу Ф зменшується рівень екологічної безпеки ГСХ в період експлуатації за окремими критеріями екологічної безпеки К)		
К-1 Безпека популяцій видів птахів, що охороняються	Ф-1 Втрата місць проживання	Знищення або приведення до непридатності для тривалого знаходження птахів територій внаслідок складування ґрунтів днопоглиблення в берегові відвали (передусім це стосується о. Єрмаків, який є важливою територією проживання водоплавних і болотяних птахів), можливих розмивів берегів можливого осушення частини територій, що обводнюються системами рукавів Очаківський та Старостамбульський нижче відгалуження рукава Бистрий (за рахунок перерозподілу стоку між рукавами дельти).
	Ф-2 Шумові навантаження	Занепокоєння птахів, що викликається шумом двигунів та звуковими сигналами суден, що проходять МПК, рукавами Бистрий, Старостамбульський та Кілійського рукава біля о. Єрмаков, і навіть аналогічними шумами під час проведення днопоглиблювальних робіт цих ділянках траси ГСХ. Ці впливи можуть поширюватися на північний бік коси Пташиної і на смуги рослинності вздовж берегів вищевказаних ділянок рукавів, що є важливими місцями гніздування птахів, що охороняються..
	Ф-4 Забруднення повітряного середовища	Відлякування птахів викидами у повітряне середовище від роботи двигунів суден, що проходять по рукавах Бистрий та Старостамбульський та Кілійський рукав біля о. Єрмаков, а також аналогічними викидами при проведенні днопоглиблювальних робіт на цих ділянках траси ГСХ. Ці дії можуть поширюватися на смуги рослинності вздовж берегів вищезгаданих ділянок рукавів. Викиди у разі пожеж або вибухів на судах, які можуть призвести до загибелі птахів.



Елемент вищого рівня	Елементи нижчого рівня, пов'язані з відповідним елементом вищого рівня	Пояснення суті зв'язку
К-1 Безпека популяцій видів птахів, що охороняються	Ф-5 Втрата кормової бази	Заняття угідь птахів на о. Єрмаков береговими відвалами ґрунту та зменшення цінності залишених угідь внаслідок погіршення гідрологічного режиму, спричиненого відвалами. Утруднене харчування птахів на воді в межах та поблизу суднового ходу через судноплавство, в основному в гирлі рукава Бистрий.
	Ф-8 Зміна характеристик потоку води	Можливість локальних розмивів берегів рукава Бистрий, що є місцем проживання птахів, внаслідок збільшення швидкості течії в рукаві через наявність морського каналу. Можливість локальних розмивів східних берегів коси Пташиної - місця гніздування птахів - внаслідок зміни напряму морських течій через наявність МПК та дамби. Можливість прискорення обмелення протоки між косою Пташиною та берегом о. Кубанський внаслідок зміни напряму течій на виході з рукава Бистрий, що призвело б до появи на косі звірів, що знищують пташині яйця та пташенят.
К-2 Безпека популяцій осетрових	Ф-1 Втрата місць проживання	Втрата площ нагулу, зайнятих морським підхідним каналом, морським відвалом ґрунту та дамбою, що захищає.
	Ф-3 Забруднення водного середовища	Погіршення умов існування через зміну хімічного складу та підвищення каламутності води при проведенні днопоглиблювальних робіт, при складуванні ґрунту в берегові відвали, у морський відвал та при здійсненні судноплавства.
К-2 Безпека популяцій осетрових	Ф-5 Втрата кормової бази	Знищення бентосних організмів внаслідок проведення днопоглиблювальних робіт та складування ґрунту на морський відвал.
	Ф-6 Вібрація у водному середовищі	Відлякування риб від траси ГСХ при поширенні у воді вібрації від гвинтів та двигунів суден та механізмів земснарядів.
	Ф-7 Прямі механічні дії	Затягування молоді риб у механізми земснарядів, пошкодження дорослих особин гвинтами суден. Перешкода, створювана огорожувальною дамбою МПК вздовж берегових нагульних і нерестових міграцій риб.
	Ф-8 Зміна характеристик потоку води	Можливе зменшення заходу риб до рукава Бистрий внаслідок зміни поля швидкостей течії та градієнта солоності води на виході з рукава.
К-3 Сохранение путей миграции дунайской сельди	Ф-3 Забруднення водного середовища	Погіршення умов існування через зміну хімічного складу та підвищення каламутності води при проведенні днопоглиблювальних робіт, при складуванні ґрунту в берегові відвали, у морський відвал та при здійсненні судноплавства
	Ф-6 Вібрація у водному середовищі	Відлякування риб від траси ГСХ при поширенні у воді вібрації від гвинтів та двигунів суден та механізмів земснарядів.

	Ф-7 Прямі механічні дії	Затягування молоді риб у механізми земснарядів, пошкодження дорослих особин гвинтами суден.
	Ф-8 Зміна характеристик потоку води	Можливе зменшення заходу риб до рукава Бистрий внаслідок зміни поля швидкостей течії та градієнта солоності води на виході з рукава.
К-4 Збереження видового розмаїття ссавців	Ф-1 Втрата місць проживання	Знищення територій місцезнаходження ссавців унаслідок складування ґрунтів днопоглиблення в берегові відвали (передусім це стосується о. Єрмаків, який є важливою територією проживання диких ссавців), розмивів берегів (рукав Бистрий, коса Пташина); берегозміцнення; можливого осушення частини територій, що обводнюються системами рукавів Очаківський та Старостамбульський нижче відгалуження рукава Бистрий (за рахунок перерозподілу стоку між рукавами дельти).
	Ф-2 Шумові навантаження	Занепокоєння тварин, спричинене шумом двигунів та звуковими сигналами суден, що проходять по морському підхідному каналу, рукавам Бистрий та Старостамбульський та Кілійському рукаву біля о. Єрмаков, а також аналогічними шумами під час виконання днопоглиблювальних робіт на цих ділянках траси ГСХ. Ці дії можуть поширюватися на смуги рослинності вздовж берегів вищевказаних ділянок рукавів, які є важливими місцями проживання ссавців, що охороняються.
	Ф-4 Забруднення повітряного середовища	Відлякування тварин викидами від роботи двигунів суден, що проходять по рукавах Бистрий та Старостамбульський та Кілійський рукав біля о. Єрмаков, а також аналогічними викидами під час виконання днопоглиблювальних робіт на цих ділянках траси ГСХ. Ці дії можуть поширюватися на смуги рослинності вздовж берегів вищевказаних ділянок рукавів. Викиди у разі пожеж чи вибухів на судах, що може призвести до загибелі птахів.
	Ф-5 Втрата кормової бази	Зменшення кормової цінності угідь на о. Єрмаків для травоїдних ссавців у результаті створення берегових відвалів і викликаного цим погіршення гідрологічного режиму острова. Збіднення раціону хижих ссавців, які полюють у межах акваторії та уздовж берегової смуги рукавів Бистрий та Старостамбульський та на о. Єрмаков, внаслідок втрати привабливості цих ділянок для потенційних жертв через впливи ГСХ.

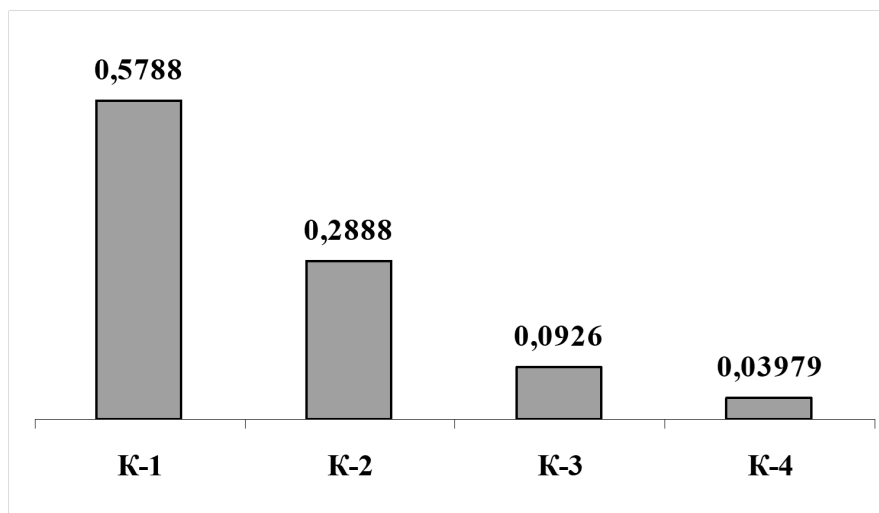
К-4 Збереження видо- вого розмаїття ссавців	Ф-7 Прямі механічні дії	Можливість травмування тварин, які перепливають рукави Бистрий та Старостамбульський. Утруднення міграції тварин між островами Кілійської дельти, повз яку проходить траса ГСХ.
Зв'язки між елементами рівня факторів впливів та рівня джерел впливів (внесок окремих джерел впливів И у формування певних факторів впливів Ф)		
Ф-1 Втрата місць проживання	И-1 Судноплавство	Можливість розмиву берегів внаслідок утворення хвиль від суден, що проходять ГСХ.
	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Втрата територій уздовж берегів, відведених під берегові відвали ґрунту та площ морського дна, відведених під морський відвал ґрунту.
	И-3 Змінена морфометрія русла рукава Бистрий та його бару	Можливість розмиву берегів рукава Бистрий та коси Пташина внаслідок зміни напрямків та швидкостей течій. Можливість осушення частини територій, що обводнюються системами рукавів Очаківський та Старостамбульський нижче відгалуження рукава Бистрий (за рахунок перерозподілу стоку між рукавами дельти).
	И-4 Гідротехнічні споруди	Заняття дамбами та ділянками берегоукріплення місць проживання тварин
Ф-2 Шумові навантаження	И-1 Судноплавство	Занепокоєння тварин, спричинене шумом двигунів та звуковими сигналами суден
	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Занепокоєння тварин, спричинене шумом двигунів та звуковими сигналами при виконанні днопоглиблювальних робіт.
Ф-3 Забруднення водного середовища	И-1 Судноплавство	Надходження забруднюючих речовин у воду під час аварії суден
	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Попадання зважених і розчинених забруднюючих речовин у воду внаслідок втрат ґрунту при роботі земснарядів, при дампінгу на морський відвал ґрунту та зі зворотними водами від берегових відвалів.
Ф-4 Забруднення повітряного середовища	И-1 Судноплавство	Викиди забруднюючих речовин під час роботи судових двигунів та у разі виникнення пожеж чи вибухів на судах.
	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Викиди від двигунів технічних засобів, за допомогою яких здійснюються днопоглиблювальні роботи..
Ф - 5 В	И-1 Судноплавство	Пошкодження планктонних організмів гвинтами суден

	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Знищення організмів бентосу при днопоглибленні та при дампінгу на морський відвал ґрунту. Знищення кормових угідь на частині території о. Єрмаков, зайнятий під відвали ґрунту, знецінення таких угідь на інших ділянках острова внаслідок погіршення водного режиму через наявність цих відвалів.
	И-3 Змінена морфометрія русла рукава Бистрий та його бару	Можливе збіднення бентоса на ділянці рукава Бистрий, до якого періодично проникатиме клин солоної води внаслідок розкриття бару.
	И-4 Гідротехнічні споруди	Втрата бентосу на площах, зайнятих спорудами із твердого субстрату та заміна його угрупованнями обростання, що мають меншу кормову цінність.
Ф-6 Вибрація в водній спелі	И-1 Судноплавство	Відлякування риб, що йдуть на нерест, вібрацією від двигунів суден.
	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Відлякування риб, що йдуть на нерест, вібрацією від двигунів плавзасобів, якими здійснюється днопоглиблення..
Ф-7 Прямые механические воздействия	И-1 Судноплавство	Пошкодження риб гвинтами суден.
	И-2 Експлуатаційне дночерпання	Затягування молоді риб у робочі органи земснарядів.
	И-4 Гідротехнічні споруди	Можлива перешкода на шляху нагульних та нерестових міграцій осетрових риб з боку дамби морського підхідного каналу.
Ф-8 Изменение характеристик потока воды	И-3 Змінена морфометрія русла рукава Бистрий та його бару	Можливість поступового збільшення витрат та швидкостей потоку води у рукаві Бистрий з одночасним зменшенням цих параметрів у системах рукавів Очаківський та Старостамбульський (нижче відгалуження рукава Бистрий). Можливість зміни параметрів течій біля коси Пташиної.
	И-4 Гідротехнічні споруди	Зміна показників потоку води біля гідротехнічних споруд; зміна характеристик уздовж берегових течій дамбою, що захищає, що може активізувати процеси розмиву східного краю коси Пташина; перерозподіл стоку води струєнаправляючою дамбою
Зв'язки між елементами рівня джерел впливу та рівня природоохоронних заходів (як саме окремі природоохоронні заходи ПМ зменшують негативний вплив певних джерел впливів И)		
И-1 Судноплавство	ПМ-2 Берегозміцнення	Запобігання розмиву берегів хвилями від суден.
	ПМ-5 Обмеження швидкості проходження суден	Зменшення утворення хвиль судами, рівнів шуму від про-ходження суден, кількості викидів, ймовірності аварій (але надмірне зменшення швидкості погіршує керованість суден)

	ПМ-6 Заборона подачі звукових сигналів	Зменшення дії судноплавства, що відлякує.
	ПМ-8 Відновлення рослинності прируслових валів рукава Бистрий	Збільшення стійкості берегів до розмиву потоком води та хвилями від суден, зменшення зони впливів шуму від суден, відновлення місць проживання тварин.
	ПМ-10 Відновлення місць проживання на північних ділянках ДБЗ	Повна чи часткова компенсація всіх негативних наслідків судноплавства для популяцій птахів та ссавців.
И-2 Експлуатаційне дночерпання	ПМ-1 Струмененаправляюча дамба	Зменшення потоку залучених наносів по рукаву Бистрий, отже, і обсягу днопоглиблювальних робіт і дампінгу
	ПМ-3 Огороджувальна дамба МПК	Зменшення занесення морського підхідного каналу, а отже й обсягу днопоглиблювальних робіт та дампінгу.
	ПМ-4 Обмеження дночерпання в період нересту риби, скату молоді та гніздування птахів	Зменшення негативних впливів роботи земснарядів на молодь риби та зменшення занепокоєння птахів у гніздовий період.
	ПМ-6 Заборона подачі звукових сигналів	Зменшення відлякувальних впливів плавзасобів на птахів та ссавців.
И-2 Експлуатаційне дночерпання	ПМ-7 Поглиблення русла Кілійського рукава	Перерозподіл обсягів експлуатаційного дночерпання у бік їх зосередження поза ДБЗ.
	ПМ- 9 Розкриття бару рукава Старостамбульський	Зменшення виносу наносів по рукаву Бистрий, отже, та обсягу днопоглиблювальних робіт.
	ПМ-10 Відновлення місць проживання на північних ділянках ДБЗ	Повна або часткова компенсація відлякувальних впливів днопоглиблювальних робіт на птахів та ссавців.
И-3 Змінена морфометрія русла рукава Бистрий та його бару	ПМ-1 Струмененаправляюча дамба	Запобігання перерозподілу річкового стоку на користь рукава Бистрий.
	ПМ-2 Берегозміцнення	Запобігання розвитку процесів розмиву берегів рукава Бистрий потоком води. Захід повинен обмежуватися ділянками розмиву, оскільки сам собою негативно впливає
	ПМ-3 Огороджувальна дамба МПК	Зменшення відкладення наносів вздовж західного берега коси Пташина та розмиву її північного краю штормовими хвилями як компенсація можливих негативних впливів на створення морського підхідного каналу

	ПМ-4 Обмеження дночерпання в період нересту риби, скату молоді та гніздування птахів ПМ-5 Обмеження швидкості проходження суден ПМ-7 Поглиблення русла Кілійського рукава ПМ-8 Відновлення рослинності прируслових валів рукава Бистрий ПМ-9 Розкриття бару рукава Старостамбульський	Зменшення активності морфодинамічних процесів, спричиненої зміненою морфометрією русла рукава Бистрий та його бару.
И-3	ПМ-10 Відновлення місць проживання на північних ділянках ДБЗ	Повна або часткова компенсація негативних впливів зміненої морфометрії русла рукава Бистрий та його бару на птахів та ссавців.
И-4 Гідротехнічні споруди	ПМ-1 Струєнаправляюча дамба ПМ-5 Обмеження швидкості проходження суден ПМ-8 Відновлення рослинності прируслових валів рукава Бистрий ПМ-9 Розкриття бару рукава Старостамбульський ПМ-10 Відновлення місць проживання на північних ділянках ДБЗ	Зменшення ділянок розмиву берегів, які потребують інженерного зміцнення.  Компенсація можливих негативних впливів інженерного берегоукріплення та огорожувальної дамби на місця проживання птахів та ссавців.

Після виконання декомпозиції задачі у відповідності зі шкалою попарного експертного оцінювання визначається відносна значущість елементів ієрархії в групах, пов'язаних з відповідним елементом верхнього рівня, окремо для кожної з можливих пар елементів, які входять у групи. На базі цих оцінок формуються матриці домінування, за результатами розв'язання яких чисельно визначається відносна важливість (локальні пріоритети) всіх елементів у групах.

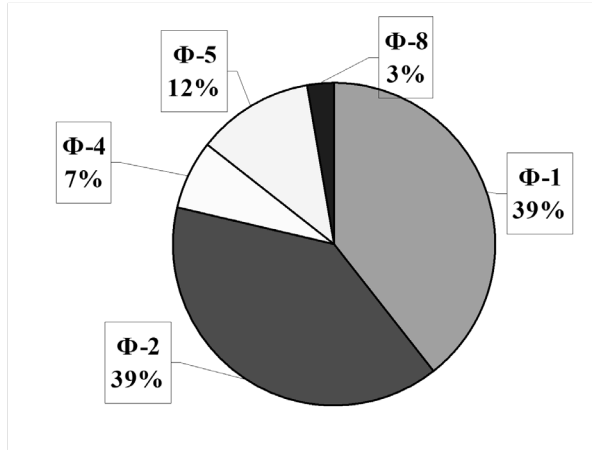


**Рисунок 5.16** Відносна важливість (локальні пріоритети) критеріїв екологічної безпеки

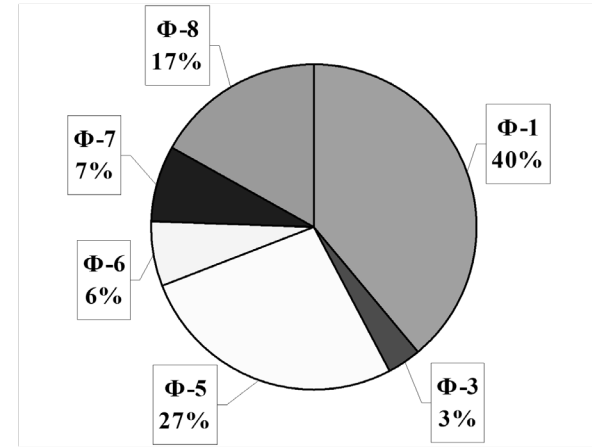
З рис. 5.16 випливає, що за результатами оцінки чотирьох обраних критеріїв екологічної безпеки найбільш важливим визнана безпека популяцій видів птахів, які охороняються, на другому місці – безпека популяцій осетрових, а відносно менша важливість надається збереженню шляхів міграції дунайського оселедця та збереженню видового різноманіття ссавців.

На діаграмах, представлених на рис. 5.17, відображено, як відносна важливість факторів впливів змінюється у залежності від обраного критерію безпеки (що відповідає певному елементу біоти, безпека якого розглядається).

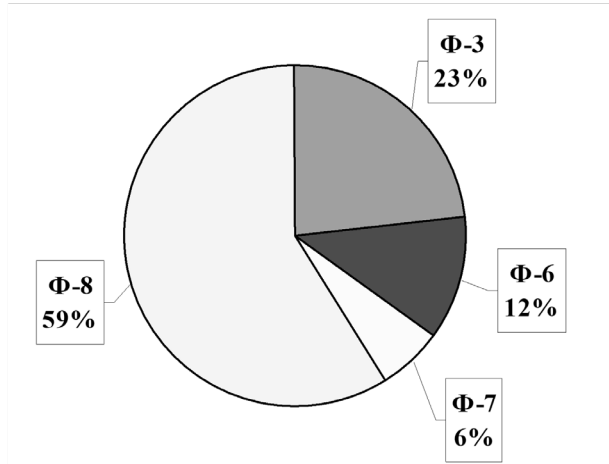
Для безпеки популяцій видів птахів найбільш суттєвими факторами впливів є втрата місць мешкання та шумові навантаження. Втрата місць мешкання є найбільш суттєвим впливом і для безпеки популяції осетрових, але на другому місці за значущістю тут знаходиться втрата кормової бази.



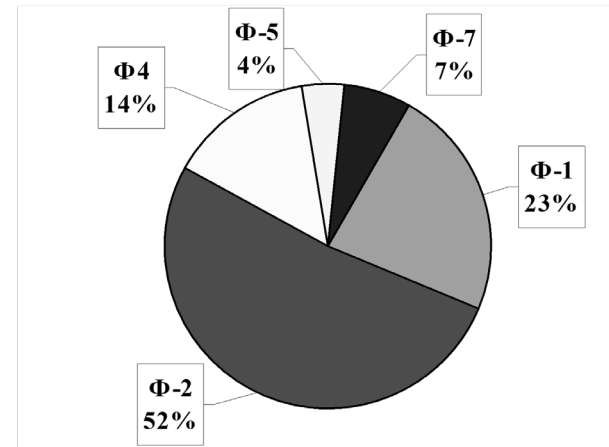
К-1



К-2



К-3



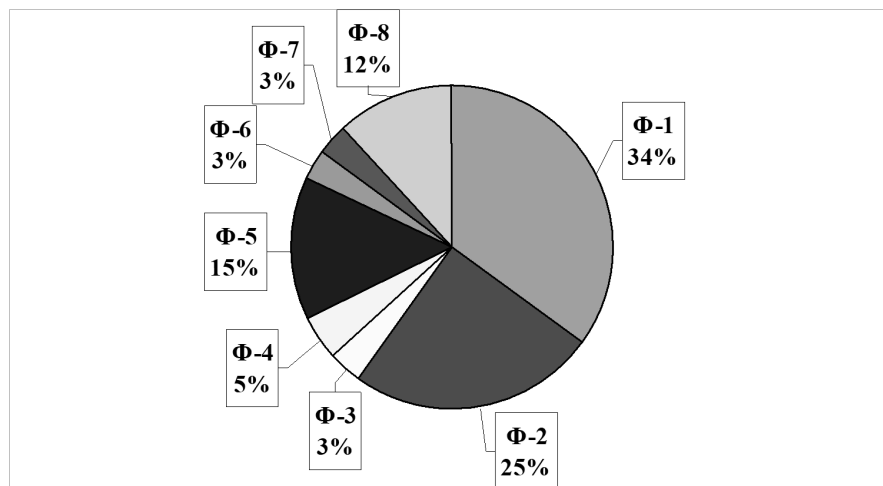
К-4

**Рисунок 5.17. Результати оцінки відносної значущості (локальні пріоритети) факторів впливу за окремими критеріями екологічної безпеки:  
 К1 – безпека популяцій видів птахів, які охороняються, К2 – безпека популяцій осетрових, К3 – збереження шляхів міграції дунайського оселедця, К4 – збереження видової різноманітності ссавців**

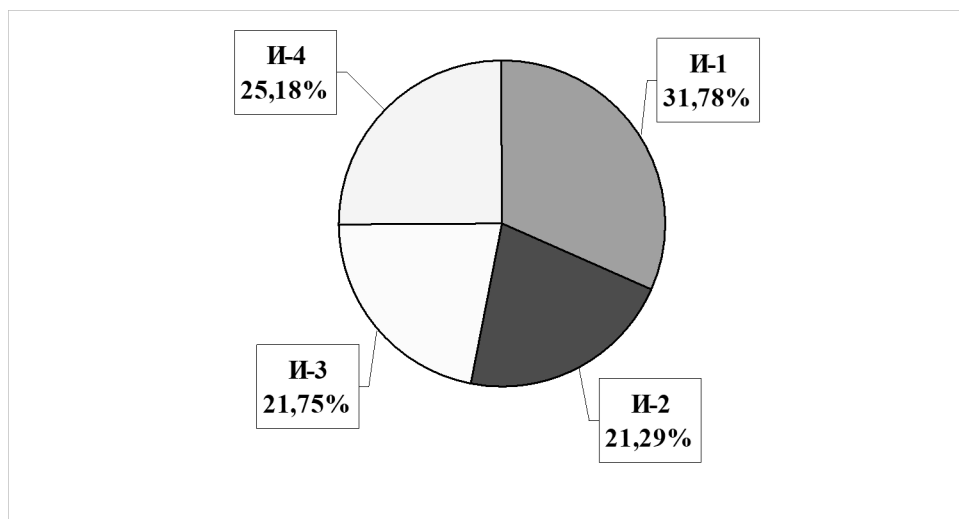


Для збереження видового різноманіття ссавців втрата місць мешкання за значущістю посідає друге місце, а на перше місце виходить шумове навантаження. Для збереження шляхів міграції дунайського оселедця найбільш значущим фактором є зміна характеристик потоку води на вході у рукав Бистрий. На другому місці – забруднення водного середовища (тут враховується і підвищення каламутності води при виконанні днопоглиблювальних робіт, і прогнозовані зміни сольового складу води у гирлі рукава Бистрий).

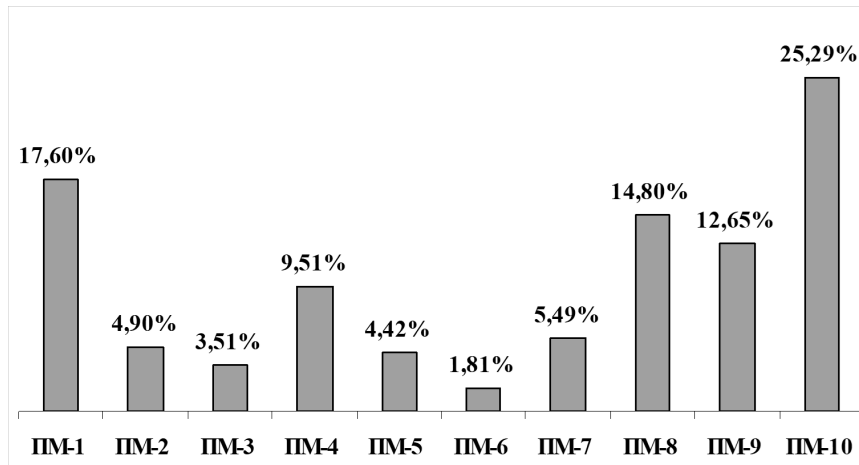
На етапі синтезу задачі встановлені глобальні пріоритети елементів усіх рівнів. Розв'язання задачі дозволило визначити, які з факторів впливів і які з джерел впливів спричиняють найбільшу дію на екологічну безпеку при кумуляції впливів, а також які з запропонованих природоохоронних заходів є найбільш ефективними відносно комплексу факторів, що є причиною такого впливу (рис. 5.18 – 5.20).



**Рисунок 5.18** Глобальні пріоритети (оцінки значущості) факторів впливів (Ф)



**Рисунок 5.19.** Глобальні пріоритети (оцінки значущості) джерел впливів (И)



**Рисунок 5.20. Глобальні пріоритети природоохоронних заходів (ПЗ)**

На діаграмі, наведеній на рис. 5.18, показано, що до головних факторів впливів на біоту при їх кумуляції відноситься втрата місць мешкання, шумове навантаження кормової бази. Їх спільні впливи за значущістю складають майже 75% сумарної дії всіх факторів впливів.

У той же час усі розглянуті джерела впливів оцінюються як важливі – їх внесок у створення впливів в умовах кумуляції згідно діаграми (рис. 5.19) складає від 21 до 32%.

Аналіз величин глобальних пріоритетів відносно окремих природоохоронних заходів (рис. 5.20), дозволяє виділити найбільш ефективні з точки зору забезпечення екологічної безпеки при можливій кумуляції впливів.

Найбільш ефективним заходом виявляється компенсаційне відновлення місць мешкання на північних ділянках ДБЗ, де відбулася деградація біоценозів внаслідок спільної дії природної еволюції дельти та господарської діяльності з підтримки судноплавства по рукавам. Другим за ефективністю заходом визначено створення струмененапрямної дамби у місці відгалуження рукава Бистрий, яка повинна запобігати техногенному перерозподілу стоку між рукавами Бистрий і Старостамбульський. На третьому місці за ефективністю знаходиться відновлення природної рослинності прируслових валів рукава Бистрий, яка деградувала в результаті природних процесів розвитку даного рукава. Цей спосіб дозволить зберегти місця мешкання популяцій тварин по берегах рукава.

Досить ефективними виявилися також такі заходи, як розкриття бара рукава Старостамбульський (хоч цей захід може викликати власні негативні впливи на біоту гирла Старостамбульського рукава та коси Нова земля), а також обмеження днопоглиблювальних робіт у період нересту, скату молоді риб і гніздування птахів.

Загальна стратегія управління екологічною безпекою діяльності, яка планується, вибудовується на підставі проведеного аналізу. Покращення проекту за екологічними

показниками розроблюється з урахуванням виявлених пріоритетів шляхом розробки рекомендацій з технології проведення робіт, розміщення додаткових природоохоронних заходів, програми екологічного моніторингу та післяпроектного аналізу.

На етапі експлуатації ГСХ виникають впливи від проходження суден по водотоках суднового ходу.

У відповідності з наведеним вище описом (див. табл. 5.4), факторами таких впливів є: викиди в атмосферу, шум, можливі аварійні ситуації, хвильобій, вібрації, а також кумуляція впливів (рис. 5.15).

Особливість оцінки впливів цих факторів (див. табл. 5.1) і формування на цій підставі відповідних рекомендацій щодо управління екологічною безпекою полягає в тому, що впливу зазнають екологічно цінні території та такі, що охороняються.

До загальних критеріїв оцінки діяльності, яка планується, у цьому випадку належить необхідність урахування можливості значних негативних транскордонних впливів у "особливо чутливих або важливих з екологічної точки зору районах чи у безпосередній близькості від них" та імовірність "... серйозних наслідків для ... цінних видів флори, фауни і організмів..." [17].

У той же час методична база оцінки впливів планованої діяльності на заповідну флору та фауну недостатньо розроблена, визначення захисних заходів ускладнено специфічними умовами проходження суден через заповідні території [4, 13, 26, 27]. Тому з урахуванням встановленої вище (рис. 5.20) значущості технологічних обмежень (ПМ-4, пріоритет 9,5%) та експлуатаційних рекомендацій (ПМ-5, ПМ-6, ПМ-8, сумарний пріоритет 21%) і враховані методичні підходи до управління екологічною безпекою для періоду експлуатації ГСХ поблизу екологічно цінних (заповідних) територій на підставі оцінки ключових впливів.

#### ***Управління екологічною безпекою суднового ходу за результатами оцінки впливів викидів суден в атмосферу.***

Управління екологічною безпекою суднового ходу при проходженні суден поблизу екологічно цінних територій може бути побудовано на розробці рекомендацій щодо швидкості руху, кількості суден, що одночасно проходять розрахункову ділянку, заходів щодо захисту від викидів.

Головним принципом оцінки масштабів впливів і наслідків для розрахункового випадку, що розглядається, є врахування норм хімічного забруднення для біоти, де допустимість домішок у повітрі оцінюється за нормами (табл. 5.19) більш жорсткими, ніж для населення: гранично допустимим концентраціям – максимально разовим –  $ГДК_{біо\ мр}$  і середньодобовим –  $ГДК_{біо\ сд}$ .

**Таблиця 5.19 Максимальні разові (мр) і середньодобові (сд) гранично допустимі концентрації (ГДК<sub>біо</sub>), рекомендовані для біоти**

Речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	
	мр	сд		мр	сд
NO <sub>2</sub>	0,04	0,02	SO <sub>2</sub>	0,020	0,015
CO	1,00	1,00	C	-	-
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	-	-	Пил	0,200	0,050

Оцінка впливів виконана для ділянки ходу довжиною 20,1 км від пгт. Вилкове до морського краю дельти. Ця ділянка прилягає до найбільш уразливої до техногенних впливів території ДБЗ. При оцінці впливів викидів як реципієнти розглянуті прибережні смуги вздовж рукавів Бистрий і Старостамбульський, шириною 50 м (зони антропогенного ландшафту) та фрагменти території заповідної зони, що прилягають до прибережних смуг.

У зоні впливу діяльності, що планується, переважають природні та, місцями, штучно насаджені рослинні угруповання, до яких входять очерет, рогоз вузьколистий, очерет озерний, осока гострокінцева, верба біла, ламка та трьохтичинкова. Зарості тягнуться вздовж водотоків смугами шириною 5...200 м.

Оцінка впливів на повітряне середовище виконана за відомими методиками [3, 24, 28, 29] при наступних припущеннях, які визначають специфіку даної задачі.

В якості розрахункового джерела впливів об'єкта, що проектується, на стан атмосферного повітря прийнято теплохід типу "Джанкой" [28, 30] (дизельний двигун потужністю 3970 кВт). Розглянуто однобічний рух по розрахунковій ділянці суднового ходу (табл. 5.20).

**Таблиця 5.20 Технологічні характеристики суднового ходу, прийняті для оцінки впливів проходження суден на повітряне середовище [13]**

Параметри суднового ходу	Одиниці виміру	Величина
Очікувана кількість суднопроходів на рік	N/рік	569...1700
Добова кількість суднопроходів	N/добу	2...5
Максимально дозволена швидкість руху	вузол/год.	7,0
	м/с	3,6
Довжина розрахункової ділянки суднового ходу, L	км	20,1
Відстань від вісі суднового ходу до берега	м	60,0
Мінімальна розрахункова відстань між суднами	м	500,0

Прийнято, що вплив фонових джерел на територію ДБЗ є неістотним і у розрахунках не береться до уваги.

Викиди судна оцінено при  $T\ 23^{\circ}\text{C}$  і швидкості вітру 0,5 і 3,0 м/с. Згідно [28] у викидах суден з дизельними двигунами враховані інгредієнти: азоту діоксид  $\text{NO}_2$ , ангідрид сірчистий  $\text{SO}_2$ , оксид вуглецю  $\text{CO}$ , вуглеводні  $\text{C}_x\text{H}_y$  і сажа, що прийнято в якості пріоритетних викидів (табл. 5.21).

**Таблиця 5.21 Максимальні разові викиди одного судна**

Речовина, і		Максимальні разові викиди М.мр.і, г/с			
		Головний двигун	Допоміжні двигуни	Котлоагрегат	Разом
азоту діоксид	$\text{NO}_2$	13,3000	0,8656	0,2150	14,3806
вуглецю оксид	$\text{CO}$	5,0000	0,3254	0,9053	6,2307
вуглеводні	$\text{C}_x\text{H}_y$	3,5350	0,2301	-	3,7651
ангідрид сірчистий	$\text{SO}_2$	0,7618	0,0496	2,7220	3,5334
сажа	$\text{C}$	1,1910	0,0775	0,0833	1,3518

У розрахунку прийнято, що пріоритетні впливи спричиняє група речовин комбінованої дії  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2$ , які складають 90,3% небезпеки максимальної разової маси з урахуванням коефіцієнта агресивності відносно біоти [31]. Оцінка викидів проведена у два етапи.

На етапі попередньої оцінки визначено радіус зони впливів одного судна у стаціонарному режимі без урахування руху.

На другому етапі викиди пересувних (мобільних) джерел приведено до площинного джерела. Для остаточної оцінки у режимі руху з урахуванням радіуса зони впливів і швидкості руху визначені параметри  $L$  і  $B$  (довжина та ширина) площинного джерела викидів для двох суден, які рухаються при мінімальній відстані між ними 500 м.

Як показали розрахунки на етапі 1 при швидкості вітру 0,5 м/с (майже штиль) домішки зосереджуються ближче до джерела викидів, при швидкості 3,0 м/с радіус небезпечної зони збільшується. Наприклад, на відстані 1 км концентрація домішок ( $\text{NO}_2 + \text{SO}_2$ ) при швидкості вітру 0,5 м/с складає 5,54  $\text{ГДК}_{\text{мр.біо}}$ , при 3,0 м/с – 10,5  $\text{ГДК}_{\text{мр.біо}}$ , концентрація азоту діоксиду  $\text{NO}_2$  при швидкості вітру 0,5 м/с складає 5,32  $\text{ГДК}_{\text{мр.біо}}$ , при 3,0 м/с – 10,1  $\text{ГДК}_{\text{мр.біо}}$ . Найбільш шкідливим забруднювачем є азоту діоксид  $\text{NO}_2$ . На рівні 1  $\text{ГДК}$  радіус зони впливу складає близько 3,2 км як для групи комбінованої дії  $\text{NO}_2$  та  $\text{SO}_2$ , так і для азоту діоксиду  $\text{NO}_2$ . Викиди речовин для групи комбінованої дії  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2$  зосереджуються у зоні з радіусом 3 км (рівень

1...1,5 ГДК<sub>мр.біо</sub>) за умов, що джерело викидів перебуває на одному місці, а розсіювання відбувається за рахунок вітру.

Оцінки рівня забруднення у стаціонарному режимі функціонування джерела на одному місці у багато разів перевищують динамічні оцінки, оскільки теплохід проходить біля кожної розрахункової точки (РТ) за досить малий відрізок часу. Зокрема, на 1 км від РТ судно віддаляється за 5 хв., що менше 30 хв. – нормативного часу визначення максимальних разових концентрацій.

Викиди теплоходів розподіляються уздовж траси. Якщо в один бік одночасно рухаються два судна на відстані 500 м, то при проходженні одним з них розрахункової точки концентрація домішок зростає до максимальної, далі знизиться, через 2,5...3,0 хв. при проходженні другого судна знов збільшиться до максимальної, після чого знизиться остаточно. У розрахунковий момент часу теплохід може перебувати на будь-якій ділянці маршруту. Чим меншу частину джерела пройде судно за 30 хв., тим менше буде внесок його викиду в загальну емісію джерела в цілому і менше максимальна разова концентрація.

При оцінці впливів викидів суден у режимі руху маса викидів головного двигуна, яка визначалася для стаціонарного джерела, зменшується за рахунок проходження судном за 30 хв. лише частини площинного джерела. Рух по ділянці суднового ходу довжиною 20100 м, з максимальною дозволеною швидкістю  $V_{\max} = 7$  вузлів/год. (табл. 5.20) триває 93 хв. (1,55 год.). За нормативні 30 хв. теплохід проходить 0,32 частини довжини ділянки ходу. Тобто, при русі з максимально дозволеною швидкістю на всьому площинному джерелі максимальний разовий викид буде складати 0,32 частини від маси викидів у стаціонарних умовах, за умов одночасного проходження судового ходу двома суднами – коректуючий коефіцієнт треба приймати 0,64 (табл. 5.22).

При оцінці атмосферного забруднення повітря за таких розрахункових умов максимальне разове забруднення з рівнем вище 1 ГДК<sub>мр.біо</sub> за групою комбінованої дії NO<sub>2</sub>+SO<sub>2</sub> охоплює значну частину притрасової території (до 800 м від вісі суднового ходу).

**Таблиця 5.22 Вихідні дані для розрахунку максимального разового забруднення  $S_{\text{мр}}$  притрасової території суднового ходу за умов руху двох теплоходів зі швидкістю  $V_{\max}$**

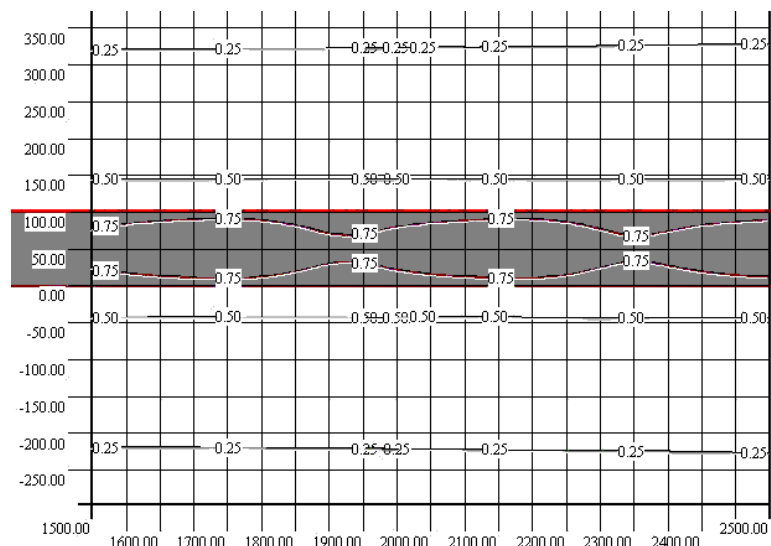
Параметри	Позначення	Одиниці	Величина
Розміри площинного джерела (довжина і ширина)	LxВ	м	20100,0x100,0
Висота над поверхнею землі	H	м	10,0
Температура			

Параметри	Позначення	Одиниці	Величина
парогазоповітряної суміші	$T_{\text{пгпс}}$	°C	+90,0
наколишнього середовища	$T_{\text{навк}}$	°C	+23,0
Викид за речовиною головного двигуна			
азоту діоксид	$\text{NO}_2$	г/с	8,51
вуглецю оксид	$\text{CO}$	г/с	3,2
вуглеводні	$\text{C}_x\text{H}_y$	г/с	2,26
ангідрид сірчистий	$\text{SO}_2$	г/с	0,49
сажа	$\text{C}$	г/с	0,76

У методичному відношенні використання критерію максимальної разової оцінки за 30 хв. для реальної ситуації руху поодиноких пересувних джерел уздовж протяжних маршрутів не представляється достатньо переконливим. Для цієї ситуації більш адекватна середня добова оцінка забруднення атмосферного повітря  $C_{cc}$ .

При розрахунку середньої добової оцінки  $C_{cc}$  /ГДК $_{cc}$  для двох середньорічних суднопроходів на добу та часу руху по розрахунковій ділянці траси 1,55 год. максимальний викид  $M_{\text{мр.і}}$  (г/с) (табл. 5.22) необхідно відкоректувати, розділивши на добовий коефіцієнт  $24/1,55 = 15,48$ , який враховує час роботи двигунів протягом доби.

Для таких розрахункових умов визначено ізолінії середньодобових концентрацій забруднюючих речовин при круговій розі вітрів, рис. 5.21.



**Рисунок 5.21** Середня добова концентрація групи комбінованої дії  $C_{cc} \cdot \text{NO}_2 + \text{SO}_2$  в одиницях ПДК $_{cc.био. \text{NO}_2 + \text{SO}_2}$  для біоти на притрасовій території суднового ходу за умови двох суднопроходів/добу та руху з максимальною дозволеною швидкістю  $V_{\text{max}} = 7$  узлов

Таким чином, вплив судів у період експлуатації для прийнятих у розрахунку припущеннях не перевищить рекомендованих жорстких норм для біоти.

Як рекомендації з управління екологічною безпекою для розглянутих умов встановлено таке. Стаціонарні джерела забруднення атмосфери під час експлуатації ГСХ відсутні. Викиди від мобільних джерел носитимуть короточасний та локальний характер. Оскільки максимальна дозволена швидкість руху судна визначається з розрахунку мінімізації хвилебою по берегах траси і ця ж швидкість є мінімальною з міркувань стійкості судна, зниження швидкості зменшення максимально разового викиду не може бути рекомендовано. Методично з метою поставленого завдання адекватна середня добова оцінка забруднення атмосферного повітря. Як захисний захід можуть бути рекомендовані зелені насадження вздовж траси суднового ходу.

#### **Управління екологічною безпекою суднового ходу на основі оцінки шумових впливів на орнітофауну прилеглих територій.**

Нижче оцінюються шумові впливи від суден, що проходять по ДСГ Дунай-Чорне море (для ділянки, що прилягає до території ДБЗ).

У очеретяно-осокових чагарниках уздовж траси суднового ходу в дельті річки мешкають популяції водоплавних і навколводних птахів, більшість з яких тією чи іншою мірою потребує охорони, тому нижче пропонується методичний підхід та результати оцінки шумових впливів від проходження суден по ГСХ Дунай-Чорне море для ділянки, що прилягає до ДБЗ.

Як критерії оцінки прийняті нормативні гранично допустимі еквівалентні L.A.екв. та максимальні допустимі L.A.max рівні (ПДУ, МДУ, дБА) шуму для територій різного функціонального призначення (табл. 5.23) [3, 13, 32-36].

**Таблиця 5.23 Нормативні гранично допустимі еквівалентні та максимальні допустимі рівні шуму на території заповідника**

Призначення територій	L.A.екв (дБА)		L.A.max (дБА)	
	день	ніч	день	ніч
Заповідники та заказники	25,0	20,0	50,0	45,0

Найбільш потужним джерелом шумових впливів судна є суднові двигуни, шумовою характеристикою яких є L.A. (дБА) – еквівалентний рівень звуку на відстані 25 м від борту, який визначається протягом 8 годин найгучнішого денного та нічного періоду. Для еталонного рейсового теплохода (типу "Джанкою") за загальної інтенсивності руху двох суден на годину на відстані 25 м від борту еквівалентний рівень шуму становить 55 дБА при максимальній дозволений на ділянці ДБЗ швидкості 7 вузлів/год.



Методика управління екологічною безпекою при шумових впливах для умов заповідника полягає у розрахунку захисних заходів, що дозволяють знизити еквівалентний рівень шуму від суден до рівня менше 20 дБА.

Зниження рівня шуму захисними заходами на шляху від джерела до розрахункової точки (РТ) за рахунок поглинання та відображення звукових хвиль розраховується за формулою:

$$L.A.екв.рт = L.A.екв.i - dL.A.екв.ср - dL.A.екв.зах,$$

де  $L.A.екв.рт$  - еквівалентний рівень шуму в розрахунковій точці (РТ), дБА;

$L.A.екв.i$  – еквівалентний рівень шуму джерела, дБА;

$dL.A.екв.ср$  - зниження еквівалентного рівня шуму при поширенні в середовищі, дБА;

$dL.A.екв.зах$  - зниження еквівалентного рівня шуму з допомогою проєктованих заходів, дБА.

Зниження рівня шуму при поширенні в середовищі залежить від відстані до джерела і відбувається в результаті поглинання покриттям і повітрям, а зниження рівня шуму заходами, що проєктуються, забезпечується суцільними екранами (підйом берега) і зеленими насадженнями.

$$L.A.екв.ср = L.A.екв.R + dL.A.екв.пов + dL.A.екв.пок;$$

$$L.A.екв.зах = L.A.екв.екр + dL.A.екв.зел,$$

де  $dL.A.екв.R$  - зниження еквівалентного рівня шуму з відстанню, дБА;

$dL.A.екв.воз$  – зниження еквівалентного рівня шуму при поглинанні повітрям, дБА;

$dL.A.екв.пок$  – зниження еквівалентного рівня шуму при поглинанні покриттям (водна поверхня), дБА;

$dL.A.екв.екр$  - зниження еквівалентного рівня шуму суцільними екранами (підйом берега та рослинність), дБА;

$dL.A.екв.зел$  – зниження еквівалентного рівня шуму зеленими насадженнями, дБА.

Розрахункова точка (РТ) прийнята за 5 м від урізу води. Відстань від РТ до осі траси суднового ходу (умовного акустичного центру) – 65 м. Відстань від РТ до межі джерела – еталонна відстань (з урахуванням ширини судна) – 35 м. Результати розрахунку за методиками [3, 23, 32-36] варіанти без штучних насаджень показали, що сумарне зниження еквівалентного рівня шуму джерела в розрахунковій точці комплексу факторів становить близько 23 дБА (табл. 5.24).

**Таблиця 5.24 Зменшення еквівалентного рівня шуму джерела (55 дБА) у розрахунковій точці (РТ.5) у природних умовах**

Зменшення еквівалентного рівня шуму, дБА		Чинники поглинання шуму на розрахунковій ділянці
dL.A.екв.i	величина	
dL.A.екв.R	- 4,15	відстань до осі траси – 60 м
dL.A.екв.пов	- 0,17	повітря
dL.A.екв.пок	- 4,23	покриття (водна поверхня)
dL.A.екв.екр	- 14,44	підйом берега та природна зелена смуга заввишки 3,0 м
dL.A.екв.сумарне	- 22,99	комплекс факторів

Перевищення нормативного рівня еквівалентного шуму (табл. 5.23) очікується у смузі 45 – 60 м від урізу води (у межах зони антропогенного ландшафту) заповідника (табл. 5.25).

**Таблиця 5.25 Оцінка еквівалентного рівня шуму в розрахунковій точці РТ.5 у природних умовах**

Величина L.A.екв. РТ.5, дБА	ГДК, дБА	Перевищення ГДК, дБА
32,01	20	12,01

Зменшення ширини зони негативного впливу можливе за рахунок щільних штучних насаджень у смузі 10 м від урізу води. З урахуванням підйому берега висота комплексного шумопоглинаючого екрана прийнята 8 м за умови додавання 5-рядної смуги зелених насаджень завширшки 10 м. При цьому розрахункова точка зміщується на відстань 10 м від урізу води. Тоді відстань від РТ до осі траси приймається 70 м, а меж джерел (еталонної відстані) – 40 м. Зменшення еквівалентного рівня шуму у разі становить близько 37 дБА (табл. 5.26, 5.27).

**Таблиця 5.26 Зменшення еквівалентного рівня шуму джерела (55 дБА) у розрахунковій точці РТ.10 при створенні додаткової прибережної 5-рядної смуги зелених насаджень**

Зменшення еквівалентного рівня шуму джерела, дБА		Чинники поглинання шуму на розрахунковій ділянці
L.A.екв.і	величина	
dL.A.екв.R	- 4,47	відстань до осі траси – 70 м
dL.A.екв.пов	- 0,20	повітря
dL.A.екв.пок	- 4,88	покриття (водна поверхня)
dL.A.екв.екр. природн	- 5,00	природна зелена смуга з тростини
dL.A.екв.зел	- 21,76	підйом берега та буферна 5-рядна зелена смуга
dL.A.екв.сумарне	- 36,31	комплекс зазначених вище факторів

**Таблиця 5.27 Оцінка еквівалентного рівня шуму в розрахунковій точці РТ.10 під час створення додаткової 5-рядної смуги зелених насаджень**

Величина L.A.екв. РТ.10, дБА	ГДК, дБА	Перевищення ГДК, дБА
18,69	20	-1,31

Як очевидно з табл. 5.27 створення прибережної буферної 5-рядної смуги зелених насаджень мінімальною висотою 8 м та шириною 10 м є західним достатнім для нормалізації шумового режиму заповідника навіть за жорстких норм рівня шуму, допустимого для заповідних територій.

### **5.6 Можливий вплив, зумовлений впливом планованої діяльності на клімат, у тому числі характер і масштаби викидів парникових газів, та чутливістю діяльності до зміни клімату**

Вплив планованої діяльності на клімат обмежується викидами парникових газів дизельними двигунами технічних засобів, які застосовується для виконання робіт у будівельний період та при підтриманні необхідних для судноплавства глибин у період експлуатації.

Відповідно до результатів розрахунків, наведених у пункті 1.5.2, за весь будівельний період (більше 5 років) обсяг викидів парникових газів становитиме 28524,420 т. CO<sub>2</sub> та 2, 272 т метану.

Чутливість діяльності до змін клімату обумовлена пов'язаними з кліматичними умовами змінами режиму стоку р. Дунай, від яких залежать умови судноплавства по ГСХ Дунай – Чорне море.

### **5.7. Можливий вплив, зумовлений технологією і речовинами, що використовуються**

При реконструкції ГСХ Дунай – Чорне море передбачено застосування технологій днопоглиблювальних та інших будівельних робіт, поширених в практиці гідротехнічного будівництва як в Україні так і за рубежом, які за впливом на довкілля належать до кращих з відомих технологій. При спорудженні гідротехнічних споруд використовуватимуться паспортизовані природні інертні матеріали (щебінь та камінь) які не спричиняють шкідливий вплив на довкілля.

Техногенні фактори впливів суднового ходу, наслідки яких не виходять за межі діапазону природних змін умов середовища, не можуть приводити до істотних, і тим більше незворотних, змін рослинного і тваринного світу дельти.

Фактори довкілля, які можна вважати позитивними при оцінці варіантів траси: найбільш повільне у порівнянні з іншими ділянками висування морського краю дельти; порівняно швидке зростання глибин узмор'я; стабільна або така, що збільшується у міжрічному аспекті частка річкового стоку, який проходить по включеному в трасу рукаву, і достатня природна глибина його русла; варіанти траси суднового ходу, які спричиняють менші впливи на природний гідрологічний режим дельти та хід її еволюції, в меншому ступені будуть впливати на рослинний і тваринний світ дельти в цілому.

До числа факторів впливів суднового ходу, які призводять до суттєвих наслідків для рослинного і тваринного світу дельти, слід відносити: перерозподіл стоку в рукавах дельти; відведення під об'єкти гідротехнічного будівництва великих за площею і/або за протяжністю територій; порушення гідравлічного зв'язку між частинами території дельти; порушення водообміну між ділянками акваторії узмор'я чи їх ізоляцію від моря.

Техногенні фактори, які впливають на рослинний і тваринний світ ділянок дельти, що безпосередньо прилягають до траси суднового ходу, та негативні наслідки цих впливів, перелічені в табл. 5.9.

Критерії для порівняльної оцінки впливів на рослинний і тваринний світ: площа, цінність і розповсюдженість у дельті біоценозів, які винищуються; площа, цінність і розповсюдженість рослинних асоціацій, відносно яких прогнозується деградація; величина прогнозованого зменшення чисельності або загибелі популяцій окремих видів тварин з виділенням видів, які охороняються.

Фактори впливів, які можуть бути прийняті в якості ключових при оцінці впливів об'єкта: площа земель, що вилучаються, площа пошкодження дна водотоку, обсяги земляних робіт у будівельний період, обсяги експлуатаційних днопоглиблювальних робіт, змінення гідрологічного режиму островів дельти, змінення морфодинамічного режиму морського краю дельти.

Таким чином, при комплексній оцінці впливів фактори середовища траси ГСХ групуються по окремим характерним ділянкам; визначаються джерела впливів, які формуються засобами виконання робіт, – види робіт, що здійснюються у будівельний та експлуатаційний період; групуються за видами робіт фактори впливів; визначаються процеси впливів, які відбуваються між факторами впливів і факторами середовища; прогнозуються, оцінюються та групуються за компонентами природного середовища очікувані екологічні наслідки створення ГСХ; за результатами оцінки розробляється комплекс можливих природоохоронних заходів; імовірні остаточні наслідки впливів з урахуванням можливих ПМ оцінюються за шкалою значень залишкових наслідків впливів.

Таким чином оцінено розподіл техногенного навантаження за ділянками траси, видами робіт, комплексними факторами впливів, компонентами навколишнього середовища. Визначені пріоритетні компоненти НПС відносно чутливості до комплексних факторів впливів. Це біота (59,2%), водне середовище ріки (17,9%) і ґрунт як середовище мешкання (12,1%). З наведених оцінок випливає, що техногенного навантаження більш за все зазнає геологічне середовище (35,47%), водне середовище ріки (17,11%) та водне середовище моря (11,54%). Навантаження передається головним чином через механічні впливи (61,55%). Найбільшим джерелом впливів є виїмка ґрунту на ділянці русла Кілійського рукава (40,5%). І на ділянці русла Кілійського рукава техногенне навантаження буде максимальним (33,33%). Оцінено розподіл остаточних наслідків впливів за ділянками траси: ділянка МПК – 26,08%; ділянка берегових відвалів – 23,07%; ділянка захисної дамби – 22,7%.

### **5.8 Зведена оцінка впливу реконструкції ГСХ на довкілля**

Зведена оцінка впливу на довкілля діяльності з реконструкції виконана на підставі даних, наведених у розділах 1 і 4 та аналізу впливів, проведеному у підрозділах 5.1–5.7. Результати оцінки викладені у табличній формі (таблиці 5.28 і 5.29).

Зведена оцінка трансграничних впливів у контексті висновків Комісії по запиту міститься у розділі 13.

Таблиця 5.28 – Зведена оцінка впливу глибоководного суднового ходу під час будівництва

Вид робіт	Фактор впливу	Оцінка наслідків впливу з урахуванням заходів щодо їх обмеження
1. Виїмка ґрунту на ділянці русла Кілійського рукава від мису Ізмаїльський Чатал до м. Вилкове зі складуванням в берегові відвали	Ушкодження дна при днопоглибленні	Незначне тимчасове зниження самоочисної здатності річкової екосистеми на ділянці, що розглядається. Оборотноість змін забезпечується неодноразово впливу по довжині рукава і перенесенням організмів бентосу з рухом наносів. <b>Вплив на водну екосистему є допустимим з урахуванням передбачених компенсацій збитків їхтїофауні та заборони на проведення робіт у період нересту.</b>
	Втрати ґрунту при днопоглибленні (2%)	У створі повного змішування нижче ділянки одночасної роботи двох земснарядів у період мінімальних межених витрат 95% забезпеченості вмісту завислих речовин у воді збільшиться на 0,5 мг/дм <sup>3</sup> . При цьому валовий вміст окремих речовин у воді може короткочасно збільшуватись: азоту – на 0,12 % від фонових концентрацій, фосфору – на 16,2 %, марганцю – на 11,5 %, цинку – на 28,6 %, міді – на 2,1 %, кадмію – на 1,0 %, свинцю – на 2,7 %, хрому – на 1,6 %, органічних речовин (за БПК5) – на 5,7 %, нафтопродуктів – на 9 %, ПАУ – на 2,2%, пестицидів – менш ніж на 1%. Підвищення вмісту завислих речовин, трюфності і погіршення кисневого режиму на ділянці русла, що розглядається, і нижче за течією оцінюються як <b>нормативно-допустиме за умови передбаченого проектом обмеження кількості працюючих земснарядів у період екстремально низьких межених витрат.</b> Токсична дія на гідробіонтів може проявлятися епізодично, на локальних ділянках і істотно не змінить токсикологічну ситуацію, що склалася в дельті Дунаю. <b>Вплив є допустимим з урахуванням передбачених проектом компенсацій шкоди їхтїофауні та заборони на проведення робіт у період нересту.</b>
	Заняття земель під берегові відвали	Землі, що відводяться під берегові відвали ґрунту, відносяться до невикористаних та техногенно порушених. Ґрунт з відвалів використовуватиметься для ремонту та реконструкції пошкоджених ділянок дамб. У міру зменшення обсягів робіт з вилучення ґрунту відведені землі рекультивуватимуться. <b>Вплив на земельні ресурси є допустимим з урахуванням компенсаційних виплат.</b>
	Надходження зворотних вод із відвалів	Завислі речовини з адсорбованими металами, органічними речовинами, радіонуклідами затримуються у ставках-відстійниках. Надходження розчинених шкідливих домішок при цьому усереднюються у часі. Зважаючи на незначні витрати зворотних вод та їх розведення водою придамбових каналів, <b>вплив на якість річкової води є допустимим.</b>
	Шум від роботи двигунів та механізмів	Згідно з розрахунками, <b>шумовий вплив є нормативно допустимим.</b>
	Викиди шкідливих речовин та парникових газів в атмосферу під час роботи двигунів	Згідно з розрахунками, з урахуванням тимчасового характеру робіт та відсутності стаціонарних джерел викидів <b>вплив на повітряне середовище та клімат є допустимим.</b>

## Продовження таблиці 5.28

Вид робіт	Фактор впливу	Оцінка наслідків впливу з урахуванням заходів щодо їх обмеження
<b>2. Роботи на ділянці від Вилкового до морського краю дельти з вилучення ґрунту з вивозом на морське звалище і створення берегозахисних та підводних гідротехнічних споруд з відсіпання каменю і щебню.</b>	Ушкодження дна при виїмці ґрунту та засипанні щебню	Незначне та тимчасове зниження самоочисної спроможності річкової екосистеми, надалі підвищення біорізноманітності та біомаси бентосу за рахунок розвитку біоценозів обростання, що займають до 1,5 % площі ділянки. <b>Вплив є допустимим.</b>
	Втрати ґрунту при виїмці (5%)	Підвищення вмісту завислих речовин, трофності та погіршення кисневого режиму оцінюються як незначні. Токсична дія на гідробіонтів може проявитися короткочасно і істотно не змінить існуючу токсикологічну ситуацію. <b>Вплив припустимий з урахуванням передбачених проектом компенсацій та обмежень періоду робіт.</b>
	Шум від роботи двигунів	Відповідно до розрахунків, шумовий вплив є нормативно допустимим. Відлякувальна дія на фауну проявляється за межами заповідної зони ДБЗ і є локальною.
	Викиди шкідливих речовин та парникових газів в атмосферу під час роботи двигунів	Викиди відбуваються поза заповідною зоною. Згідно з розрахунками з урахуванням тимчасового характеру робіт та відсутністю стаціонарних джерел викидів вплив на повітряне середовище та клімат є допустимим, на фауну – відлякувальним, локальним та тимчасовим.
<b>3. Роботи у морській частині ГСХ: виїмка ґрунту у прорізу морського підхідного каналу, дампінг ґрунту на морський гідровідвал, створення стискувальних дамб на баровій частині з відсіпанням каменю та щебню.</b>	Ушкодження дна при виїмці та створенні дамб	Знищені донні біоценози є цінними. Вплив на якість води через зменшення інтенсивності процесів самоочищення є незначним завдяки інтенсивному водообміну. <b>Вплив на біоту є суттєвим. Вплив є допустимим з урахуванням передбачених проектом компенсацій збитків кормовій базі риб.</b>
	Втрати ґрунту при виїмці (5%)	Погіршення якості води за рахунок надходження забруднюючих речовин із ґрунту. <b>Вплив є суттєвим, але локальним. Допустимо з урахуванням передбачених компенсацій збитків їхтіофауни.</b>
	Шум під час роботи двигунів	Відповідно до розрахунків, шумовий вплив є нормативно допустимим. Через достатнє віддалення від берегів вплив на фауну буде незначним. За межами 50 м прибережної смуги перевищення рівня шуму, допустимого для заповідника, не прогнозується, за винятком будівництва наближеної до берега ділянок дамб. Для цих ділянок забороняється проведення робіт у нічні часи та у щорічний період тиші, що вводиться навесні.
	Викиди шкідливих речовин та парникових газів в атмосферу при роботі двигунів	Викиди відбуваються поза заповідною зоною. Згідно з розрахунками з урахуванням тимчасового характеру робіт та відсутністю стаціонарних джерел викидів вплив на повітряне середовище та клімат є допустимим, на фауну – відлякувальним, локальним та тимчасовим
	Контакт ґрунту з морською водою та дном у місці морського гідровідвалу	Дампінг проводиться посегментно на спеціально відведену для цього ділянку морського дна на відстані понад 5 км від узбережжя із збідненим бентосом, чим досягається мінімізація негативних екологічних наслідків. <b>Вплив є значним у місці проведення дампінгу, періодичним та локальним. Вплив є допустимим з урахуванням передбаченої компенсації збитків їхтіофауни.</b>

Таблиця 5.29 – Оцінка впливу ГСХ в період експлуатації після реконструкції

Вид робіт	Фактор впливу	Оцінка наслідків впливу з урахуванням заходів щодо їх обмеження
<b>1. Ремонтні днопоглиблювальні роботи на руслових ділянках траси.</b>	Ушкодження дна при виїмці	Незначне тимчасове зниження самоочисної здатності річкової екосистеми на ділянці, що розглядається. Оборотної процесу забезпечується одночасністю впливу по довжині ділянки і перенесенням організмів бентосу з рухомими наносами. <b>Вплив на водну екосистему є допустимим з урахуванням передбачених компенсацій збитків кормової бази риб.</b>
	Втрати ґрунту при виїмці (2%)	<b>Підвищення вмісту завислих речовин, трофності та погіршення кисневого режиму на ділянці русла, що ремонтується, і нижче за течією оцінюються як незначні. Токсична дія на гідробіотів може проявлятися епізодично, на локальних ділянках і істотно не змінить токсикологічну ситуацію, що склалася в дельті Дунаю. Вплив припустимий з урахуванням передбачених компенсацій шкоди їхтіофауні..</b>
	Заняття земель під відвали	Використовуються території, що відведені під відвали в будівельний період. Рекультивуються майданчики, що вивільнюються. <b>Вплив на земельні ресурси допустимий.</b>
	Надходження зворотних вод із відвалів	Зважені речовини з адсорбованими металами, органічними речовинами, радіонуклідами затримуються у ставках-відстійниках. Надходження розчинених шкідливих домішок при цьому усереднюється у часі. Зважаючи на незначні витрати зворотних вод та їх розведення водою придамбових каналів, <b>вплив на якість річкової води є незначним.</b>
	Шум під час роботи двигунів	Відповідно до розрахунків, <b>шумовий вплив є нормативно допустимим.</b>
	Викиди шкідливих речовин та парникових газів в атмосферу під час роботи двигунів	Згідно з розрахунками з урахуванням тимчасового характеру робіт та відсутності стаціонарних джерел викидів <b>вплив на повітряне середовище та клімат є допустимим.</b>
<b>2. Ремонтні днопоглиблювальні роботи на барі.</b>	Ушкодження дна при днопоглибленні	Вторинні донні біоценози, що при цьому знищуються, не є цінними. Зважаючи на достатній водообмін, тимчасове уповільнення процесів самоочищення незначно вплине на якість води. <b>Вплив є допустимим.</b>
	Втрати ґрунту при днопоглибленні (5%)	Погіршення якості води за рахунок надходження забруднюючих речовин із ґрунту. <b>Вплив є суттєвим, але локальним. Допустимо з урахуванням передбачених компенсацій збитків їхтіофауні.</b>
	Шум під час роботи двигунів	Відповідно до розрахунків, шумовий вплив є нормативно допустимим. З огляду на достатнє віддалення від берегів <b>вплив на фауну незначний.</b>
	Викиди шкідливих речовин та парникових газів в атмосферу під час роботи двигунів	Відповідно до розрахунків, вплив на повітряне середовище і клімат є нормативно допустимим. З огляду на достатнє віддалення від берегів <b>вплив на фауну незначний.</b>



## Продовження таблиці 5.29

3. Дампінг ґрунту на морський гідровідвал	Контакт ґрунту з морською водою та дном в місці морського гідровідвалу	Дампінг допустимий тільки на раніше спеціально відведеній і використовуваній для цього ділянці акваторії моря. Вплив є значним у місці дампінгу, періодичний та локальний. Вплив є допустимим з урахуванням передбачених компенсацій шкоди їхтіофауні.
4. Експлуатація комплексу споруд суднового ходу	Наявність прорізу та дамб вздовж морського підхідного каналу Змінені параметри водотоків і району бару рукава Бистрий	Імовірність втрати місць безпечного гніздування видів птахів, що охороняються, порушення вздовж берегових нагульних міграцій риб і нерестовищ. Вплив на фауну підлягає моніторингу, за результатами якого передбачено проведення регулюючих захисних гідротехнічних заходів та грошова компенсація збитків. Деяке збільшення водообміну та коливань рівня води у прибережній смузі рукава Бистрий, частоти та відстані проникнення клину солоних вод у цей рукав.. Вплив на прибережні біоценози оцінено як незначний. Перерозподіл річкового стоку у дельті прогнозується незначним і не призведе до змін водного режиму дельти. Існує імовірність деградації існуючого та формування нового комплексу бентосних організмів та зміна шляхів міграції риб. Вплив на їхтіофауну підлягає моніторингу, за результатами якого передбачена грошова компенсація збитків. Вплив підлягає моніторингу. Є допустимим з урахуванням передбачених регулюючих гідротехнічних заходів .
5. Проходження суден	Хвилебій при проходженні суден Надходження у воду забруднюючих речовин Шум при роботі суднових двигунів та інші фактори занепокоєння для фауни Викиди в атмосферу при роботі суднових двигунів Занесення нових представників флори та фауни	При прийнятих у проекті обмеженнях швидкості руху суден параметри техногенних гідродинамічних навантажень на прируслові вали рукава Бистрий та косу Пташину не виходять за межі природної амплітуди значень та не спричинять суттєвих порушень прибережних біоценозів. Вплив підлягає моніторингу. Є допустимим з урахуванням передбачених захисних обмежувальних, гідротехнічних, а за необхідності також берегоукріплювальних та компенсаційних заходів. Забруднення за умов нормальної експлуатації незначне, при аваріях екологічні наслідки може бути важкими незалежно від розташування первинного вогнища забруднення. Імовірність аварій у прийнятому варіанті найменша через меншу довжину ходу та найкращі навігаційні умови. Можливі утруднення міграції наземних тварин через акваторію рукава Бистрий та зниження їх чисельності у прибережній смузі рукава. Рівень акустичного впливу від двигунів вантажних, пасажирських суден та моторних човнів за межами прибережної смуги є нормативно-допустимим для заповідника. Вплив підлягає моніторингу, є допустимим з урахуванням передбачених обмежень швидкості суден та звукових сигналів. Вплив є нормативно допустимим. Можлива небажана зміна структури водних біоценозів, витіснення охоронюваних та цінних видів зі зменшенням біорізноманітності, погіршення паразитологічної обстановки. Вплив підлягає моніторингу та контролю спеціалізованих органів.

## 6 ОПИС МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛИСЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

### 6.1 Методи і методики збору та первинного аналіз даних для прогнозування

#### *Збирання, систематизація і аналіз інформаційних даних.*

Методи базуються на збиранні, аналізуванні і узагальненні законодавчої, нормативно-технічної, статистичної документації. До них відносяться:

- збирання необхідних даних методом анкетування (складання опитувальних листів, отримання, фіксування інформації, узагальнення і визначення репрезентативності зібраних даних);
- визначення основних респондентів, що мають відношення до господарської діяльності, пов'язаної з водокористуванням в зоні, на яку може вплинути реконструкція та подальша експлуатація ГСХ Дунай – Чорне море;
- одержання та вивчення наявних відомчих даних щодо суб'єктів водокористування і господарювання, діяльність яких відбувається на досліджуваній території, за інформацією відповідних державних структур (департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації, місцевих органів влади зазначених районів, Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю, Державної екологічної інспекції Одеської області, Управління «Інфоксводоканал», органів земельного та водного кадастру);
- визначення основних об'єктів водокористування, які мають водозабори, скиди зворотних вод, зрошувальні та осушувальні системи, об'єкти рибництва та рекреації в зоні впливу робіт з реконструкції та подальшої експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море та нанесення їх на карту google;
- збирання, оброблення та аналіз нормативної, статистичної, технічної, звітної документації щодо наявності та стану очисних споруд (продуктивності, режиму роботи), гідрохімічних і мікробіологічних відомостей щодо забруднених і очищених зворотних вод і води поверхневих водних об'єктів за даними статистичній звітності Держводагенства, Гідрометцентра Чорного і Азовського морів тощо.
- з'ясування режиму роботи протоків, з'єднуючих Придунайські озера з Кілійським гирлом;
- з'ясування ступеня каналізування м. Ізмаїл, м. Кілія, м. Вілкове, а також населених пунктів, розташованих по берегах Придунайських озер на досліджуваній території;
- визначення координат водозаборів населених пунктів; скидів з очисних споруд, якщо вони є; точок забору і скиду води із зрошувальних і рисових систем;

- визначення режимів роботи рибницьких господарств щодо забору і скиду води (координати точок забору і скиду та витрати води);
- створення переліку водозаборів для різних потреб на досліджуваній території.

*Відбір проб поверхневих вод, ґрунтів, донних відкладів.*

Відбір проб здійснюється в таких місцях і в такій кількості, яка дозволить виявити і охарактеризувати існуючі закономірності зміни якості підземних вод водоносних горизонтів, що картуються, в плані і в розрізі з урахуванням впливу різних природних і штучних факторів.

Під час експедиційних досліджень УКРНДІЕП відбір проб води та донних відкладів для гідробіологічного й гідрохімічного аналізу здійснювався по трасі суднового ходу Дунай – Чорне море у 12 основних створах (табл. 6.1), також проводилось вимірювання температури води, прозорості за диском Секкі. В окремих пунктах відбирались проби на вміст специфічних показників токсичної дії (важкі метали) у воді та донних відкладах.

**Таблиця 6.1 – Точки відбору проб води та донних відкладів для гідробіологічного й гідрохімічного аналізу**

№ пунк-ту	Код, найменування пункту відбору	Відстань від гирла	Прив'язка	Види проб
1	R01, 2 км вище м. Рені	71 миля	лівий берег, середина	гідрохімічні, гідробіологічні
2	R06, 1 км нижче м. Ізмаїл	89 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
3	R07, вище м. Кілія	49	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
4	R09, нижче м. Кілія	32 км	лівий берег	гідрохімічні, гідробіологічні
5	R10, 1 км вище м. Вилкове	21 км	лівий берег	гідрохімічні, гідробіологічні
6	R11, р. Очаківський	17 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
7	R14, р. Очаківський	6 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
8	R12, р. Старостамбульський	11 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
10	R13/9, р. Бистрий	9 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
11	R13/1, р. Бистрий	1 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
12	R13/0, р. Бистрий	біля дамби		гідрохімічні, гідробіологічні

В окремі роки відбір проб води та донних відкладів для гідробіологічного й гідрохімічного аналізу проводився також у додаткових створах: нижче Рені (R02, 68 миля, біля лівого берега – 100 м), р. Тульчинський (R03, 116 км), 10 км вище м. Ізмаїл – 103 км, біля м.

Ізмаїл – 96 км, рук. Восточний (0,5 км, середина), середина дамби МПК, кінець дамби та деяких інших.

Відбір проб поверхневих вод проводиться згідно з: Водною рамковою директива ЄС 2000/60/ЕС; Національним стандартом України. Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ДСТУ ISO 5667-6:2009 – ISO 5667-6:2005, IDT); Національним стандартом України. Якість води. Відбирання проб. Частина 18. Настанови щодо відбирання проб підземних вод із забруднених місць (ДСТУ ISO 5667-18:2007 - ISO 5667-18:2001, IDT).

Ґрунти зони аерації відбираються на майданчиках формування гідровідвалів (№6, 9, 12, 12б, 12в) та на територіях в межах прогнозованого їх впливу. Відбір проб ґрунтів та визначення хімічного складу їх витягів проводиться згідно з Національним стандартом України. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб (ISO 10381-1:2002, IDT) ДСТУ ISO 10381-1:2004.

Відбирання проб води для гідрохімічного аналізу здійснювалися згідно чинних державних стандартів України (таблиця 6.2).

**Таблиця 6.2 – Характеристика методів відбирання проб для аналізування**

Номер стандарту	Методики відбору	Принцип методу
ДСТУ 5667-3:2001	Якість води. Відбирання проб Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами (ISO 5667-3:1994, IDT)	Майже усі води чутливі до різного роду реакцій, що може мати місце між відбиранням проби і аналізуванням. Окремі компоненти можуть реагувати зміною кількісного і якісного складу залежать від типу води та сезонних погодних умов. Обирають такий метод консервування наслідки якого не заважатимуть подальшому аналізуванню
ДСТУ ISO 5667-6:2009	Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб води з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT)	Вибір конкретної точки, з якої необхідно відібрати проби складаються з двох етапів: а) вибору місця відбирання (визначення місця відбирання проб в межах басейну річки, річки або струмка); б) визначення точного місця знаходження на місці відбирання проб. Вибір місця відбирання визначають залежно від цілі відбирання: при скиданні в водний об'єкт або в фоновій точці
ДСТУ ISO 5667-10:2005	Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб	Цілі відбирання стічних вод полягають у контролюванні їх якості. Характеристику якості спрямовано на визначенні концентрації забруднюючих речовин або навантажень їх на очисні споруди протягом тривалого часу. Цілі

Номер стандарту	Методики відбору	Принцип методу
	стічних вод (ISO 5667-10:1992, IDT)	контролю якості: забезпечити даними для контролю за очисними спорудами; забезпечення даними потрібними для охорони очисних споруд (наприклад, від шкідливого впливу промислових стічних вод); забезпечити даними для обмеження забруднення під час скидів у водотоки
ДСТУ ISO 5667-12:2001	Якість води. Відбирання проб. Частина 12. Настанови щодо відбирання проб донних відкладів (ISO 5667-12:1995, IDT)	Біологічне дослідження охоплює класифікацію видів і кількість флори у шарі викладу. Проби відбирають в основному шарі, глибина якого не більше ніж 50 см
ДСТУ ISO 5667-14:2005	Якість води. Відбирання проб. Частина 14. Настанови щодо забезпечення якості відбирання та оброблення проб природних вод. (ISO 5667-14:1998, IDT)	Відбирання проб це процес вилучення порції, яку вважають репрезентативною з водного об'єкту або 99(або донних відкладень), щоб провести дослідження різних встановлених показників. підходу до цього питання. Розглядають такі питання, як вибирання методик, визначення місць відбирання, кількості і видів проб; організація транспортування, консервування та зберігання проб

**Гідрологічні спостереження.** Гідрологічні спостереження проводяться з метою встановлення взаємозв'язку підземних і поверхневих вод, визначення витрат та їх зміни впродовж гідрологічного року, виявлення фізичних властивостей і хімічного складу поверхневих вод.

Об'єктами гідрологічних спостережень є магістральний рукав Кілійський, річки, струмки, озера, та існуючі канали, водоймища, заболочені масиви, зрошувальні і осушувальні канали, а також основні канали, що забезпечують водообмін Дунаю з озерами (їх наповнення та скид).

При цьому встановлюються наступні дані: розміри та глибина водотоків і малих водойм, літологічний склад та водоносність порід, що складають дно та береги водотоків і водойм; режим поверхневих вод; витрата поверхневих вод з урахуванням гідрометеорологічних факторів.

#### ***Методологія проведення еколого-гідрогеологічних вишукувань***

Комплекс гідрогеологічних досліджень забезпечує достовірність гідрогеологічної інформації, яка необхідна для науково обгрунтованого вирішення поставлених завдань.

Для вивчення підземних вод використані геологічні та географічні методи досліджень і спостережень (геоморфологічні, геохімічні, структурно-фаціального аналізу,

гідроморфометричні, геоботанічні та при необхідності інші), які трансформовані стосовно гідрогеологічних завдань.

Внаслідок їх виконання має бути з'ясовано та встановлено:

- 1) водоносність різноманітних геологічних утворень і структур;
- 2) розповсюдження і умови залягання підземних вод ;
- 3) умови живлення, руху і розвантаження підземних вод ;
- 4) витриманість по площі і в розрізі водомістких та водотривких порід;
- 5) якість, кількість і умови використання різних типів підземних вод;
- 6) основні природні та штучні фактори, які визначають гідрогеологічні особливості досліджуваної території;
- 7) умови охорони підземних вод;

Гідрогеологічні дослідження проводяться на готовій геологічній основі одночасно з іншими методами досліджень. В нашому випадку дослідження проводяться з дрібномасштабною або середньомасштабною детальністю з метою оцінки загальних гідрогеологічних умов, визначення ролі різних факторів в формуванні масивів підземних вод, водоносності порід, якості та режиму підземних вод, з'ясування основних особливостей їх живлення, руху і розвантаження, участі в геологічних процесах.

При проведенні гідрогеологічних досліджень застосовані такі види і методи досліджень:

- 1) збирання, систематизація і аналіз матеріалів раніше виконаних досліджень;
- 2) адаптація космофотознімків до наземних візуальних спостережень;
- 3) наземні візуальні спостереження (гідрогеологічні, геологічні, геоботанічні, геоморфологічні і т. ін.);
- 4) спостереження за режимом підземних вод.

*Адаптація космофотознімків* полегшує виявлення гідрогеологічних об'єктів, їх простежування і оконтурювання за прямими і непрямими ознаками, що забезпечить можливість зменшення кількості наземних маршрутів, зберігаючи при цьому необхідну якість гідрогеологічних карт.

*Наземні візуальні спостереження* дозволяють безпосередньо виявити і найбільш повно, комплексно і надійно вивчити гідрогеологічні об'єкти та їх можливі прояви.

Геоморфологічні спостереження виконуються з метою вивчення розповсюдження і особливостей форм рельєфу та їх зв'язків з підземними водами; отримання додаткового матеріалу для картування геологічних структур і товщ порід різного складу; виявлення характеру, напрямку та інтенсивності екзогенних фізико-геологічних явищ; оцінки

геоморфологічних умов для практичних цілей, а саме – планованої діяльності з проведення днопоглиблювальних робіт в Кілійському рукаві.

Геологічні спостереження проводяться з метою вивчення літологічних особливостей, фізичних властивостей і залягання порід для встановлення умов їх обводненості та ознайомлення з характером стратиграфічних і структурних меж та контактів; прив'язки водоносних горизонтів і комплексів до літолого-стратиграфічних товщ; вивчення фізико-геологічних явищ та екзогенних геологічних процесів. Об'єктами геологічних спостережень є виходи порід на денну поверхню, природні і штучні відслонення, розрізи порід, які розкриті гірничими виробками, розчистками та т. ін.

Гідрогеологічні вишукування проводяться з метою виявлення гідрогеологічних об'єктів та їх проявів; вивчення ступеня і характеру водоносності гірських порід; умов залягання, розповсюдження, живлення і розвантаження підземних вод; їх режиму і взаємозв'язку з поверхневими водами; оцінки фізичних властивостей, хімічного складу і якості підземних вод; їх впливу на розвиток фізико-геологічних процесів, на гірські породи, на умови експлуатації водозаборів та ін.

Об'єктами гідрогеологічних спостережень є природні водопрояви (джерела, мочари, ділянки височування, струмки, поверхневі водотоки і водоймища); каптажі підземних вод (свердловини, колодязі, копанки, галереї та інші діючі і недіючі гірські виробки і споруди); водомісткі, безводні і водотривкі породи, їх водно-фільтраційні властивості, а також непрямі показники гідрогеологічних умов (рельєф, ґрунтово-рослинний покрив, поверхневі водоймища та ін.).

Спостереження за джерелами включають місце знаходження, номер джерела, висоту ділянки їх виходу по відношенню до дрен, водотоків та геоморфологічних елементів місцевості і рельєфу; характер та тип джерела, його приуроченість до того чи іншого водоносного горизонту; геологолітологічну характеристику горизонту; характер виходу води; дебіт водопрояву, фізичні властивості та хімічний склад води (якщо хімічний аналіз здійснюється на місці); газопрояви, радіоактивність та наявність хімічних відкладень; характер каптажу; режим та використання вод джерела.

Приблизно за такою ж схемою ведеться обстеження та опис інших типів водопунктів (колодязь, свердловин, шурфів тощо).

При обстеженні діючих водозаборів додатково з'ясовується джерело водопостачання, характер водозабірних споруд, їх розташування, режим роботи, якість води, дані про зміну рівнів і дебіту в часі та інші відомості.

Для кількісної оцінки досліджуваних водопроявів визначаються їх витрата. Опробування колодязів та свердловин проводиться за допомогою відкачування ручним або механізованим способом.

Інженерно-геологічні спостереження проводяться з метою вивчення водно-фізичних і фільтраційних властивостей гірських порід; інженерно-геологічних процесів і явищ; попередньої оцінки загальних інженерно-геологічних умов території, що досліджується.

Об'єктами спостережень є гірські породи, ґрунти зони аерації, фізико-геологічні процеси, інженерно-геологічні явища, геоструктурні, геоморфологічні, гідрогеологічні, кліматичні та інші умови і фактори.

Спостереження за режимом підземних вод проводяться для отримання даних про режим і баланс підземних вод основних водоносних горизонтів, розповсюджених на площі еколого-гідрогеологічних досліджень (зокрема, ґрунтові води четвертинних відкладів та сарматського водоносного горизонту); для приведення до однієї дати (синхронізування) різночасових даних про рівні, витрати, мінералізацію та хімічний склад підземних вод; отримання матеріалів для оцінки впливу планованої діяльності на водне середовище. В складі гідрогеологічних досліджень стаціонарні спостереження в нашому випадку проводяться в межах одного річного циклу.

Гірничопрохідницькі роботи виконуються при вивченні зони аерації, встановлення наявності джерел, проведення дослідно-фільтраційних польових робіт та, при необхідності, для відбору монолітів. З цією метою використовують найбільш поширені гірничі виробки - розчистки, шурфи, канали та закопушки.

Буріння свердловин є основним засобом вивчення і картування гідрогеологічних умов у складі інженерно-екологічних вишукувань.

В процесі проведення гідрогеологічних вишукувань, при необхідності, виконується зондувальне буріння з метою деталізації та простеження змін по площі окремих елементів гідрогеологічних умов, з'ясування будови і складу порід зони аерації, глибини залягання і якості підземних вод. Цим визначається невелика глибина зондувальних свердловин.

Дослідно-фільтраційні роботи проводяться лише при необхідності отримання відсутніх значень гідрогеологічних параметрів.

Видами дослідно-фільтраційних робіт є відкачки з колодязів, шурфів і свердловин.

**Геоботанічні вишукування.** Геоботанічні вишукування виконуються в місцях відсутності свердловин, колодязів та інших виходів підземних вод з метою виявлення ділянок з найбільш близьким заляганням рівня ґрунтових вод від поверхні; прогнозу їх якості; визначення площ живлення лінз прісних вод (на ділянках складування гідровідвалів № 6, 9, 12б, 12в); меж між деякими літологічними різностями порід; виявлення зон розвитку процесів



засолення і розсолення ґрунтів зони аерації, зсувних явищ; кількісної оцінки зміни вологості; врахування витрати води на транспірацію та інших показників, які використані при проведенні аналітичних розрахунків.

На території формування гідровідвалів в якості гідроботанічних критеріїв гідрогеологічних умов використані рослинні угруповання - прямі та непрямі гідроіндикатори.

Прямі гідроіндикатори – це рослини, коренева система яких досягає ґрунтових вод або вод капілярної кайми (облямівки), що залягають над водоносним горизонтом (очерети, тугаї та ін.).

Непрямі гідроіндикатори – це угруповання, утворені рослинами, які існують за рахунок використання вологи атмосферних опадів (поліні, типчак, ефемери, мохи та інші рослини).

Ці рослини вказують на певну геоморфологічну обстановку та відповідний склад порід і дозволяють побічно судити про гідрогеологічні умови в місцях відсутності проявів підземних вод. Геоботанічні спостереження дозволяють виявити ділянки з різними глибинами залягання підземних вод, дати прогноз якості вод, показати межі між деякими літологічними різницями порід, визначити площі живлення лінз прісних вод.

Геоботанічні спостереження дають значний ефект для розшифрування гідрогеологічних особливостей в різних ландшафтних умовах територій досліджень. У районах розвитку боліт та заболочених масивів за характером рослинності встановлюється тип водного живлення боліт (сфагнові мохи – атмосферне живлення; осока, вільха – ґрунтове), виходи джерел (за наявністю гаїв) та інші гідрогеологічні показники.

Геоботанічні спостереження надають важливу інформацію при гідрогеологічному картуванні, а також для виявлення зон розвитку процесів засолення та розсолення ґрунтів зони аерації, зсувних явищ, кількісної оцінки зміни вологості, обліку витрачання води на транспірацію та вирішення інших завдань, що стосуються характеристики водонасичених порід, оскільки рослинність є їх активним та важливим компонентом

**Обстеження біотопів.** Для польового обстеження використовується контрольний обхід на місцевості за допомогою лінійного методу (похідна лінія). Похідну лінію оцінювач моделює таким чином, щоб перехід по біотопу був найменш складним, і так, щоб пройти через весь досліджуваний біотоп на максимальній відстані між проходами у 100 м (у межах видимості). Для поліпшення якості оцінки під час контрольного обходу можна встановити на похідній лінії, в залежності від доцільності та ступеня однорідності біотопу, більшу кількість зупинок (в середньому одна зупинка на 1 га), де окремі критерії оцінюються та записуються, причому у записнику фіксується лише отримане середнє або загальне значення для всієї території біотопу.

При обстеженні переважно використовується метод експертної візуальної оцінки (частки, участі, проективного покриття). Для деяких показників використовуються підрахунки (мертві, великі та особливо цінні дерева) в особинах на гектар (загальна кількість особин на ПМЛ повинна бути перерахована на гектари або середні значення на гектар з окремих ділянок). Для того, щоб визначити основні польові дані для біотопів (крутизна та експозиція схилу, висота над рівнем моря) використовуються вимірювальні прилади (інклінометр, компас, висотомір) або ці дані можна вирахувати з відповідних наявних даних (карти, ГІС-шари). Як інструмент для об'єктивізації участі дерев можна використовувати реласкоп або вимірювальну пластину.

Оцінювання частки, загального проективного покриття, зімкнутості, здійснюється відповідно до експертної оцінки з точністю до цілого %. Оцінювач визначає на обстежуваній ділянці окремі таксони видів рослин від дерев, чагарників та трав до мохів та лишайників (з пріоритетом ідентифікації у зазначеній послідовності). Оцінки покриття окремих таксонів для дерев (з товщиною на висоті 1,3 м  $\geq$  7 см), кущів та підліску (дерева з товщиною на висоті 1,3 м  $<$  7 см) оцінюються з точністю до цілих у відсотках (у випадку рідкісних особин, якщо можливо – точніше), трав'янисті рослини: мохи та лишайники оцінюються за допомогою модифікованої шкали Тенслі (1 –  $<$  1%, 2 – 1-25%, 3 –  $>$  25%) або у відсотках.

Важливим джерелом інформації про стан лісового біотопу є фотографії. Для лісових біотопів потрібні фотографії деревостанів, крон, підросту, фітоценозу (у разі потреби їх можна об'єднати).

#### Строки обстеження

Протягом усього вегетаційного періоду (з квітня до жовтня), в залежності від конкретних кліматичних умов.

Код ділянки відповідно до матеріалів лісовпорядкування – лісництво, квартал, виділ.

Тип лісу – вказується тип лісу, що переважає на обстеженій ділянці. У випадку наявності декількох типів лісу на ПМЛ вказується не більше 3 основних типів. У якості вихідних даних можна використати дані з матеріалів лісовпорядкування.

Географічні координати – вказуються координати WGS (N00.00000°, E00.00000°) центру обстеженої ділянки (очікувана точність GPS до  $\pm$  10 м).

Біотопи європейського значення, виявлені на ділянці – вказується код лісового біотопу європейського значення, що зустрічається на обстеженій ділянці відповідно до Резолюції 4 Бернської конвенції. У випадку присутності декількох біотопів, вони перераховуються у порядку зменшення їхньої представленості.

Вказується також частка площі кожного біотопу до площі обстеженої ділянки в межах від 1 до 100%. Якщо на обстеженій ділянці трапляються біотопи, які не відповідають

критеріям лісового біотопу європейського значення, зазначається назва біотопу відповідно до Національного каталогу біотопів України і його частка у %.

Фотографії – позначаються категорії (типи) сфотографованих зображень. Бажано, щоб фотографії були з геотегами або для них були зафіксовані точні географічні координати.

Перелік видів рослин – вказуються всі таксони, ідентифіковані на обліковій ділянці площею щонайменше 100 м<sup>2</sup>, і біля кожного вказується його проективне покриття. Для дерев, чагарників і підросту (висока пріоритетність ідентифікації вимагає визначення та запису усіх таксонів) з точністю до 1%, для інших видів (переважно диференційні, діагностичні та інвазійні види) у модифікованій шкалі Тенслі (1 < 1%, 2 < 25%, 3 > 25%) або у відсотках.

Ділянка геоботанічного опису повинна бути флористично і ценотично однорідною.

### **Методики обстеження нелісових біотопів.**

Прісноводні біотопи.

Моніторинг біотопу проводиться в місцях, де присутній або потенційно присутній (в недалекому минулому неодноразово підтверджений) досліджуваний біотоп, який зазвичай представлений впродовж цілого року, або тільки частину року на відкритій поверхні водного дзеркала (водойми/затопленої території). Об'єктом обстеження є загальна поверхня води, в рамках якої цей біотоп зустрічається, або оголене дно (без товщі води над поверхнею ґрунту) частини водної поверхні де за певних умов (зниження рівня води та оголення дна на певний період) виникає даний біотоп. Виявлені біотопи заносяться у таблицю, приклад фрагменту якої наведено у табл. 6.3.

**Таблиця 6.3 – Виявлені біотопи**

<b>Код</b>	<b>Англійська назва</b>	<b>Українська назва</b>
C1.1	Permanent oligotrophic lakes, ponds and pools	Постійні оліготрофні озера, ставки та водойми
C3.4	Species-poor beds of lowgrowing waterfringing or amphibious vegetation	Маловидові зарості низькорослої прибережно-водної та земноводної рослинності
C3.51	Euro-Siberian dwarf annual amphibious swards (but excluding C3.5131 Toadrush swards)	Євро-сибірські низькорослі однорічні земноводні угруповання (за винятком угруповань ситнику жаб'ячого)

Ділянка, на якій присутній даний біотоп, наноситься на ортофотокарту; також позначається присутність інших біотопів або відкритого водного дзеркала.

На обстеженій ділянці записують всі види та їх покриття за 5-бальною шкалою Тенслі, що виявлені впродовж одного проходу через територію. На обстеженій ділянці рекомендується виконати геоботанічний опис в межах квадрату/прямокутника з площею

10 м<sup>2</sup>–16 м<sup>2</sup>. У межах облікової ділянки записуються види з проєктивним покриттям за модифікованою 9-бальною шкалою (van der Maarel 1979) або у відсотках.

Рекомендується вимірювати глибину та прозорість води, (хоча б візуально за 4-ступінчастою шкалою від 1 = чиста до 4 = повністю каламутна), рН і електропровідність (кондуктивність) портативним пристроєм (евтрофікація або навпаки окислення, падіння рівня води можуть пояснити можливі зміни біотопу).

Утворення такого типу біотопу не є регулярним; вони можуть виникати щорічно або лише один раз на кілька років. Тому їх виявлення і обстеження є досить складним.

#### Строки обстеження

Оптимальним періодом для обстеження є час, коли принаймні частина водної (затопленої) поверхні звільняється з-під води на термін не менше двох місяців. У природних умовах зазвичай це відбувається в кінці літа та восени (з вересня по листопад), але за певних обставин дно також може вивільнятися і значно раніше (наприклад, спускання ставка, сухий весняний період без опадів). Обстеження проводиться через 2 – 4 місяці після того, як дно оголиться/спаде рівень води на площі, достатній для виявлення і обстеження біотопу.

Спостереження за динамікою рослинного покриву здійснюватиметься шляхом опису рослинності на трансектах на ділянках з різною дією антропогенних факторів (випас худоби, рекреації, складування пульпи, пожежі та ін.), а також вивченням впливу природних абіотичних та біотичних факторів.

Гідробіологічні дослідження проводяться на територіях, які розташовані в зоні судноплавного шляху Дунай – Чорне море та в зоні їх впливу.

Відбір проб проводиться дночерпаком Петерсена (середня модель – 0,025 м<sup>2</sup>) по 2-4 підйоми на пробу. Камеральна обробка проб проводиться за традиційними методиками. Організми зважуються на торсіонних терезах. Чисельність та біомасу розраховують на 1 м<sup>2</sup> площі дна. Проби фітофільної фауни відбирають та обробляють за методикою Л. М. Зимбалевської (Зимбалевская, 1981).

Дослідження угруповань макрзообентосу та фітофільної фауни проводяться протягом польових виїздів з травня по листопад.

Іхтіологічні дослідження проводяться за загальноприйнятими методиками (Правдин, 1968) спеціальними знаряддями - мальковим тралом, мальковою волокушею, а також дрифтерними сітками, згідно встановленим методикам, які дозволяють після вивчення біометричних параметрів випускати мальків у водойму непошкодженими.

Таксономічну належність риб визначають за допомогою визначників як дорослих особин (Мовчан, 2011), так і молоді (Коблицкая, 1981).

Для вивчення скочування молоді осетрових та інших рідкісних реофільних видів риб проводять лови спеціальним мальковим тралом з сіткою вічком 10 мм. Тралення проводиться із застосуванням моторного судна, з однаковою довжиною тралення, що дає змогу отримувати порівняльні дані в багаторічному аспекті (Балацкий, Волошкевич, 2011).

З цією ж метою проводяться лови дрифтерними сітками з вічком 20 мм, які здійснюються за допомогою риболовецького човна, що пливе разом з сітками вниз за течією. Лови проводяться періодично, на визначених ділянках ріки (тонях).

Для вивчення успішності нересту частикових видів риб проводяться науково-дослідні лови мальковою волокушею довжиною 10 м та розміром вічка 7 мм.

*Стан угруповань земноводних та плазунів берегової лінії та плавнів при створенні ГСХ Дунай – Чорне море.*

Стан угруповань земноводних та плазунів берегової лінії та плавнів при створенні ГСХ Дунай – Чорне море проводиться методом традиційних польових досліджень у світлу частину доби. Видовий склад та просторовий розподіл земноводних і плазунів вивчається під час денних пішохідних екскурсій. Особлива увага приділяється польовим дослідженням у період репродуктивної активності цих тварин навесні та на початку літа, коли вони максимально активні вдень. Чисельність плазунів та наземних видів земноводних вивчається маршрутним методом на смугах довжиною 10, 100 м та шириною 1-2 м (залежно від виду тварини і щільності її популяції та характеру біотопу), водних видів земноводних на відрізках 10, 20 м берегової лінії або на 1 кв. м дзеркала води (Біорізноманітність, 1999; Измерение, 2003).

Таксономічна належність земноводних та плазунів батрахо- та герпетофауни району досліджень визначається за допомогою «Визначника земноводних і плазунів фауни» (Банников, Даревский и др., 1977) та таблиць для визначення земноводних України у довіднику-визначнику «Амфібії України» (Писанец, 2007).

Оцінка динаміки чисельності птахів і вплив на неї різних чинників здійснюється шляхом експедиційних обстежень територій, які розташовані в зоні судноплавного шляху Дунай – Чорне море. Найбільша увага приділяється морській частині території, яка має найбільш важливе значення для фауни птахів в різні періоди року. Задля виявлення впливу саме каналу в приморській частині увага приділяється не тільки району самого ГСХ, а і всьому узмор'ю.

Збір даних з видового розподілу на території чисельності птахів в масових сезонних скупченнях, успішності гніздування колоніальних поселень та сезонної динаміки проводиться за стандартними та загальноприйнятими методиками (Новиков, 1953, Сіохин и др., 1998).

Загальна чисельність птахів в приморській зоні визначається шляхом обліку на стандартному 140-кілометровому маршруті, що максимально охоплює місця їхніх сезонних концентрацій.

Найбільшу увагу необхідно приділити впливу ГСХ на орнітофауну під час гніздування, оскільки в цей період орнітокомплекси найбільш вразливі.

Метод пробних ділянок найбільш придатний для обліку гніздуючих птахів, так як дає змогу детально вивчити конкретні угруповання птахів в конкретних біотопах та в подальшому їх порівняти. Цей метод дає інформацію про абсолютну чисельності популяцій, а іноді й про площі та розміщення індивідуальних гніздових ділянок. Проте є істотні недоліки цього методу, що обмежують його застосування, наприклад, у видів з двома циклами розмноження, важко або майже неможливо відрізнити птахів, що гніздяться в пізні строки від тих, що повторно гніздяться (Вергелес, 1994).

Використана методика обліку гніздових пар за кількістю дорослих птахів. Для ефективності даного методу, птахи (чи гнізда) в деяких колоніях сфотографовані та перераховані в комп'ютерній програмі Adobe Photoshop CS5 завдяки функції інструменту «лічильник». Цей метод дає більш точний результат обліку та зменшує час перебування обліковця в колонії.

Методології виявлення та дослідження різних видів рослин і тварин, а також типів природних оселищ є дуже специфічними; зазвичай потребують правильного підбору сезону досліджень та використання спеціалізованого обладнання.

#### *Опис методики 1 збору даних для здійснення польового обстеження*

На обстежуваній ділянці, визначається площі біотопу і записуються всі види та їх проективне покриття за шкалою Тенслі, виявлені впродовж одного проходу через дану територію.

У разі, якщо на обстежуваній ділянці поширені різні типи біотопів, у тому числі ті, що належать до цієї групи, окремо визначається площа кожного біотопу. Доцільно приблизно позначити поширення окремих біотопів на ортофотокарті. Рекомендується також виконати геоботанічні описи для кожного типу для відображення наявності різних типів рослинності в межах ділянки. Рекомендований розмір облікової ділянки 16 м<sup>2</sup>, а в природних межах фітоценозів. У межах облікової ділянки фіксуються усі види та вказується їхнє проективне покриття за допомогою модифікованої 9-бальної шкали (van der Maarel 1979), або у відсотках.

Окрім видового переліку водних рослин, рекомендуємо записати наступні екологічні характеристики: середня глибина води в см – 10 вимірювань глибини в різних місцях ПМЛ у довільному порядку, тип субстрату русла – переважаючий тип в 4 категоріях (1 = бетон, скелі, каміння > 6,3 см, 2 = гравій 0,2 – 6,3 см, 3 = пісок 0,063 – 0,2 см, 4 = дрібнозернистий осад

<0,063 см), температура води, рН та електропровідність вимірюються за допомогою портативного приладу.

Строки обстеження з 10 червня до кінця серпня в континентальному, степовому та паннонському біорегіонах.

Визначають площу біотопу, в межах якої записуються всі види рослин та їх проективне покриття за допомогою 5-бальної шкали (Kohler & Janauer 1995), що відповідає Водній рамковій Директиві ЄС (Water Framework Directive) та нормативу STN EN 14 184 (2003) і стосується водних макрофітів у проточних водах.

- 1 – поодинокі (від 1 до 3 особин),
- 2 – періодично (від 3 до 5 осіб),
- 3 – досить часто (покриття до 10%),
- 4 – часто (від 11 до 50% покриття) та
- 5 – дуже часто (покриття понад 50%).

У разі, якщо на обстежуваній ділянці наявний також інший тип біотопу, фіксуються лише види біотопу, що є об'єктом обстеження. Доцільно приблизно відобразити поширення окремих біотопів на ортофотокарті.

У межах ПМЛ записуються всі види рослин та їх покриття за шкалою Kohler & Janauer, зареєстровані впродовж одного проходу через дану площу.

Крім моніторингу водних рослин, рекомендується провести моніторинг основних абіотичних параметрів (за Janauer 2003; <http://www.midcc.at/main/PDF/Abiotik.pdf>).

- середня глибина води в см – 10 вимірів глибини в різних ділянках ПМЛ, обраних у довільному порядку;
- швидкість руху води в потоці – оцінка в 4 категоріях (1 = стояча вода, 2 = повільна течія  $\leq 30$  см/с, 3 = середня течія 31 – 65 см/с; 4 = швидка течія  $\geq 70$  см/с);
- тип субстрату русла – переважаючий тип в 4 категоріях (1 = бетон, скелі, каміння  $> 6,3$  см, 2 = гравій 0,2 – 6,3 см, 3 = пісок 0,063 – 0,2 см, 4 = дрібнозернистий осад  $< 0,063$  см);
- тип берегів – переважаючий тип у 4-х категоріях (1 = бетон, скелі, каміння  $> 6,3$  см, 2 = гравій 0,2 – 6,3 см, 3 = пісок 0,063 – 0,2 см, 4 = дрібнозернистий осад  $< 0,063$  см).

Рекомендовано придбати портативний пристрій та за його допомогою виміряти температуру, рН та електропровідність. Цей крок необов'язковий.

В обстежуваній ділянці також доцільно зробити геоботанічний опис, координати якого визначають за допомогою GPS. Розмір облікової ділянки становить 16 м<sup>2</sup> (довжина і ширина ділянки залежать від реальної ситуації), опис виконується за методикою школи Браун-Бланке.

Проективне покриття оцінюється за модифікованою 9-бальною шкалою (van der Maarel 1979), або у відсотках.

Необхідно також зафіксувати % площі (від довжини потоку 500 м), на якій у даному локалітеті присутній біотоп, що є об'єктом обстеження.

*Опис методики збору даних для здійснення польового моніторингу*

Визначають площу біотопу. На ній записуються всі види та їх проективне покриття за шкалою Тенслі, виявлені впродовж одного проходу через територію. У разі, якщо на обстежуваній ділянці присутній інший тип біотопу, до формуляру заносяться тільки види, присутні на ділянці, зайнятій біотопом, що є об'єктом обстеження. В межах ділянки виконується також геоботанічний опис, координати якого визначаються за допомогою GPS і його площа становить:

- для С3.55– 4×4 метра, іноді може мати іншу форму, найчастіше прямокутник різного розміру, межі якого збігаються з межами ділянки біотопу, звільненої з-під води з відповідною рослинністю.
- для F9.1 і F9.3 – 15×15 метрів, або іншу форму і розмір, в залежності від форми та розміру вивільнених з-під води донних відкладів.

Геоботанічний опис виконується за методикою школи Браун-Бланке. Проективне покриття зазначається за модифікованою 9-бальною шкалою (van der Maarel 1979), або у відсотках.

Біотоп С3.55 є специфічним, він формується на оголених піщаних наносах великих річок (вздовж русла). Для обстеження біотопу необхідно вибрати відрізок річки, як правило, в середній або нижній частині, найкраще у меандровій ділянці, де передбачається, що під час значного зниження рівня води донні відклади звільняться з-під води, пересохнуть і виникнуть умови для формування даного біотопу. На вибраному відрізку слід зробити принаймні один репрезентативний опис із зазначенням кількості інших ділянок з його присутністю. У такому разі необхідно зафіксувати % від площі, де присутній біотоп, і зазначити лише ті види, які входять до складу біотопу, що є об'єктом обстеження.

*Строки обстеження*

- Для біотопу С3.55 – під час найнижчого рівня води в руслі, тобто як правило, влітку та восени (з кінця липня до 30 вересня) і під час цвітіння виду *Calamagrostispseudophragmites*.
- Для біотопу F9.1 – з 1 липня до 30 вересня, а для біотопу F9.3 – з середини травня до кінця липня. Торф'яні болота наведені у табл. 6.4.



Таблиця 6.4 – Торф'яні болота

Код	Англійська назва	Українська назва
C2.12	Hard water springs	Жорстководні джерела
D2.3	Transition mires and quaking bogs	Перехідні болота та сплавини
D4.1	Rich fens, including eutrophic tall-herb fens and calcareous flushes and soaks	Багаті болота, включаючи евтрофні високотравні та карбонатні болота
D5.2	Beds of large sedges normally without freestanding water	Зарості крупних осоки переважно без застою води
X04	Raised bog complexes	Комплекси верхових боліт

*Опис методики 4 збору даних для здійснення польового моніторингу*

Визначають загальну площу біотопу. В межах цієї площі записують всі види рослин та їх покриття за шкалою Тенслі, зареєстровані впродовж одного проходу через дану територію.

Для торф'яних боліт, зазвичай, характерна значна участь мохоподібних. Якщо експерт знає ці види, їх необхідно записати та вказати покриття окремих видів. Визначення мохоподібних є обов'язковим, тому якщо експерт не може їх визначити, він збирає мохи та направляє спеціалісту-бріологу для визначення. В межах обстежуваної ділянки рекомендується зробити геоботанічний опис із фіксуванням географічних координат за допомогою GPS. Облікова ділянка розміром 4×4 метра. Опис здійснюється методами школи Браун-Бланке з використанням модифікованої 9-бальної шкали (van der Maarel, 1979) або у відсотках.

Строки обстеження

З 1 червня до 30 вересня.

У випадку верхових боліт геоботанічний опис слід закладати у місцях з найкраще збереженою рослинністю. При обстеженні біотопів активних верхових боліт, більш доцільно закладати описи у зниженнях (мочажинах), де зміни (особливо коливання рівня ґрунтових вод) більш помітно відбиваються у складі рослинного покриву. Розмір ділянки слід підлаштувати до розміру і форми мочажини з урахуванням форми її берегів.

У межах деградованих верхових боліт закладається облікова ділянка у місцях з найбільш збереженими залишками рослинності верхового болота. Облікова ділянка повинна включати місця з вищим рівнем ґрунтових вод (мочажини, низовини), якщо вони існують. На місцевостях, де були вжиті заходи з рекультивациі біотопу (засипання каналів, вирубка самосіву дерев тощо), пріоритет надають закладанню облікових ділянок саме у таких місцях. Облікова ділянка може мати інші розміри, ніж квадрат 4×4 м, головне щоб рослинність в її межах була максимально однорідною.

У випадку обстеження карбонатних боліт, описи необхідно закладати у місцях з найвищим рівнем підземних вод з типовою розвинутою торф'яною рослинністю. В контексті

збору даних також варто зазначати життєвість меч-трави звичайної (як мінімум кількість генеративних особин).

Облікова ділянка жорстководних джерел повинна бути максимально однорідною, хоча цього і важко досягти для даного біотопу і форма ділянки повинна бути адаптована до місцевості.

#### *Ентомологічні дослідження*

Комахи – найбільший за кількістю видів клас тварин світової фауни та фауни нашої країни, представники якого є надзвичайно важливим та невід’ємним компонентом усіх екосистем, тому ентомологічні дослідження повинні бути одними із найголовніших під час оцінки впливу планованої діяльності на біорізноманіття.

Ентомологічні дослідження на території здебільшого оптимально проводити в теплий період року, межі якого можуть дещо варіюють у залежності від погодних умов та географічної широти регіону, але переважно охоплюють період із кінця березня до початку листопада, адже саме в цей період комахи проявляють свою найбільшу активність, і їх легше виявити. Однак, мають місце й виключення: наприклад, деяких комах ксилофагів та ксиломіцетофагів (різні види вусачів, златок, коваликів тощо), на різній стадії розвитку, можна виявити під корою, у трухлявій деревині, дуплах, тощо протягом всього року. Комах амфібіонтів, наприклад, різні види бабок та водні хижі жуки, у теплий період року можна виявити на стадії імаго (активні хижаки, які здатні літати) та личинковій стадії (хижаки, які мешкають у різних типах водойм), а у холодний період року у водоймах можна виявити деякі види бабок, що зимують на стадії личинки, та водних жуків, що зимують на імагінальній стадії.

Під час досліджень комах, впроховуються біологічні (періоди льоту імаго, з якими рослинами вони мають трофічні зв’язки, на якій стадії розвитку зимують тощо), екологічні (яким біотопам, стаціям, мікростаціям надають перевагу) та поведінкові особливості кожного з досліджуваних видів, а також їх поширення на території України. Для цього слід, у першу чергу, ознайомитися з наявними у науковій літературі даними з цих видів, або можна скористатися електронними джерелами інформації у всесвітній мережі Інтернет, при цьому слід надавати перевагу спеціалізованим науковим ентомологічним порталам, сайтам, електронним версіям наукових журналів тощо.

У зв’язку з тим, що комахи населяють різноманітні біотопи та ведуть різний спосіб життя, і методи їх виявлення є дуже різноманітними та потребують використання спеціального ентомологічного обладнання. Нижче розглянуто основні із них для різних екологічних груп комах.

*Виявлення герпетобіонтів та комах, які мешкають на поверхні ґрунту та його верхніх шарах.*

До цієї екологічної групи належать, наприклад, туруни: *Carabus hampei*, *C. hungaricus*, *C. variolosus* та *C. zawadzskii*.

*Ґрунтові пастки* широко використовуються для збирання комах, які пересуваються поверхнею ґрунту (герпетобіонтів). У найпростішому вигляді це ямки та канавки для лову комах. Ямки викопують прямокутної форми глибиною 30–35 см, розміром 25 на 25, або краще – 50 на 50 см. Канавки копають тієї ж глибини, шириною 20–30 см і довжиною, яка залежить від мети дослідження. На дно ямок і канавок часто кладуть різні приманки або банки (пластикові стаканчики) з рідиною, яка містить консервант (спирт, оцет, 4% розчин формаліну тощо).

Модифікацією ямок для лову комах є ґрунтові пастки у вигляді скляних банок, пластикових стаканчиків, циліндрів із жести, які закопують так, щоб їхній верхній край знаходився на рівні ґрунту або трохи нижче. У них наливають фіксатор, найчастіше 4% формалін. Такий різновид пасток називають пастками Барбера – за прізвищем автора, який вперше у 1931 р. опублікував результати дослідження членистоногих, які були зібрані за допомогою пасток такого типу. Пастки перевіряють та чистять щодня, а з формаліном – раз на 7–10 днів. Розміщують їх зазвичай в одну лінію або шаховим порядком або у вигляді квадрата. Необхідно також попіклуватися про захист пасток від дощу (накрити їх камінням, шматком деревини чи шиферу тощо, але так, щоб між ними та поверхнею ґрунту залишалася щілина для вільного проникнення комах). Іноді на дно пасток кладуть приманку (варення, джем, шматочки м'яса, винний оцет, патоку, заброджене пиво тощо).

У випадку збирання видів турунів, які потребують охорони, краще на дно ямок, канавок та посуду класти, якісь предмети (шматки дерева або зім'яті шматки картону чи тканини, мох, лишайники тощо), під якими жуки, що потрапили в них, можуть сховатися до того часу, поки дослідники їх перевіряють. У таких випадках перевірку необхідно проводити не рідше одного разу на добу, а краще кілька разів на добу. У такому випадку жуки залишаться живими і їх можна сфотографувати/ідентифікувати та одразу повернути в природу.

*Ручний збір.* Герпетобіонтів, мешканців мохів, прикореневої частини рослин, коренів тощо збирають, розгрібаючи підстилку та ловлячи комах ексаустером або пробіркою. Можна також знімати підстилку і мох за допомогою туристичної розбірної лопатки, саперної лопати, скребка тощо. Потім зняті шари субстрату кладуть у поліетиленовий пакет. Принесені в лабораторію проби розбирають на шматку білого ватману або підноси невеликими порціями. Для цього витрушують та постукують зрізаною ділянкою дерну по розбірній поверхні.

Дрібних комах, які при цьому випадають і вистрибують, швидко збирають ексгаустером, а великих – руками та кладуть їх у морилки або пробірки.

*Еклектори* допомагають збирати комах на основі використання таксисів комах (найчастіше фототаксиса або термотаксиса). За їх допомогою можна встановити дати початку і кінця вильоту багатьох комах, наприклад, денних і нічних метеликів, деяких жуків-фітофагів тощо. Нерідко фотоеклектори також використовують при виведенні паразитів із комах-хазяїв у лабораторних умовах.

Найбільш проста конструкція польового фотоеклектора, схожого на будиночок, являє собою рамку, на якій розміщують ящик із дво- або чотирикатним дахом. Ящик зовні вкривають білою емалевою або масляною фарбою для запобігання сонячного перегріву і пошкодження дощем, всередині – чорною масляною фарбою. Збоку або зверху в ящику роблять отвір, в який вставляють скляну колбу або широку пробірку.

Стінки посудини, які прилягають до фотоеклектора, слід огорнути зовні на 3–5 см чорним папером, щоб комахи, які потрапили в посудину, не повертались назад у фотоеклектор. Виставляють фотоеклектор на ділянці, яка досліджується так, щоб бік із посудиною був повернутий на північ, в іншому випадку посудина нагрівається, і комахи залишать її або загинуть в ній.

Збір комах-гідробіонтів (*Dytiscus latissimus*, *Graphoderus bilineatus*, личинки всіх видів бабок), які мешкають у водному середовищі (гідробіонтів), можна виявити та зібрати за допомогою круглого водного сачка, сачка Бальфура-Брауна, драги, сита тощо. Найпоширеніша модель водного сачка схожа на звичайний ентомологічний сачок, але з обручем меншого діаметра (не більше 25 см) і, головне, з товстою і міцною ручкою. Основа мішка виготовляється із щільної тканини, а основна, робоча частина, його шиється із тканини, яка пропускає воду – дрібні капронової сітки або газ-тканини. Через цю тканину проціджується вода після витягування сачка з водойми. Обруч сачка роблять із товстої проволочки діаметром 2,5–5 мм і прикріплюють до міцної палки, довжиною 2–2,5 м.

Збір безхребетних тварин водними сачками проводять кількома методами. При проведенні зборів методом косіння сачок опускають у воду на потрібну глибину, так щоб його отвір був перпендикулярний до поверхні води, і ведуть в бік, дещо нахиливши обруч (плавно описують вісімки). Під час проведення загальних зборів водних комах сачком деякий час проводять по підводних об'єктах (водоростях і макрофітах, корчах тощо), після чого сачок витягують, рухаючи його на себе. Піднімати сачок над поверхнею води, до тих пір, доки вода не стекла із мішка сачка, неможна, бо це може призвести до його поломки.

Під час збору з поверхні дна та у заростях макрофітів рухати сачок слід проти течії. Рекомендується не проводити відбір на обраній трансекті за один прийом, краще розбити на

декілька, аби матеріал легше було виявити серед зібраних рослин та відібраного донного субстрату.

Під час вибіркового лову водних комах, збір проводять таким чином: сачок опускають у воду, підводять під комаху і піднімають вгору. Для того щоб сачок у воді рухався швидше, його перевертають ребром і тільки поблизу від комах повертають у нормальне положення.

Кількісні збори краще проводити за допомогою сачка Бальфаура-Брауна, що має квадратну форму. Використання цього знаряддя лову дає також змогу розрахувати щільність населення досліджуваних видів. Для кількісного обліку видів, що населяють товщу води та приповерхневу зону, роблять 100 подвійних помахів із вийманням з сачка по мірі наповнення не більше ніж на третину, щоб не зіпсувати матеріал. У випадку збору матеріалу у межах виділених трансект, межі останніх варто маркувати кілками або прапорцями.

Під час кількісного збору личинок і лялечок комарів рекомендується використовувати квадратний сачок із довжиною сторони 25 см. Повільне і рівномірне проведення сачком протягом одного метра чотири рази надає відомості про кількість личинок і лялечок на площі 1 м<sup>2</sup>.

Проби розбирають у кюветі з білим дном або на поліетиленовій клейонці світлого кольору. Спочатку оглядають макрофіти, гілки та інші великі предмети, які потрапили в сачок, а потім поступово просіюють ґрунт. За відсутності можливості розібрати пробу на місці, пробу розділяють на декілька порцій та складають в поліетиленові пакети, для наступного опрацювання в лабораторних умовах.

У разі відлову імаго та личинок комах, що внесені до природоохоронних списків, їх ідентифікують/фотографують та повертають назад до водойми, а інших комах та безхребетних, кладуть у баночки або пробірки з 96% спиртом або 4% формаліном. Морилки для заморожування водних комах використовувати не рекомендується, оскільки в них разом з комахами потрапляє багато води, після чого комахи дуже деформуються, крила їхні злипаються, личинки загнивають і т. д.

*Збір із попереднім скаламучуванням* – найбільш ефективний метод для збору комах, які погано плавають на невеликих глибинах. Притиснувши до дна сачок нижче за течією, ногою скаламучують донний субстрат вище сачка. Підняті у товщу води комахи потрапляють у сачок. На ділянках без течії, над дном, що скаламутити, роблять рухи, що повторюють вісімку.

Для збору комах, які мешкають на рослинах, що плавають на поверхні води, необхідно їх занурити у воду і злегка струснути. Комахи, які знаходяться на них, спливають на поверхню, після чого їх можна зібрати за допомогою сачка.

Для збирання перифітонних організмів, в тому числі і комах, часто використовується скребок, який складається з округлої у верхній частині або повністю квадратної рамки із

стороною 20–30 см, до нижнього краю якої кріпиться під кутом 45° заточена сталйна пластинка (ніж) шириною 2–3 см. Рамку кріплять на палку довжиною 1–1,5 м. До рамки пришивають округлий на кінці мішок, який складається із щільної міцної тканини для прикріплення до обруча і робочої частини з капронового газу №10.

Для збору інтерстеціальних мешканців межі водного і наземного середовища використовують метод *вихлюпування*, який найбільш зручний на відкритих мілководдях. Руками або будь-якою посудиною воду вихлюпують на берег, після чого вимитих із ґрунту комах збирають маленьким сачком, руками або пінцетом. На зарослих мілководдях слід з коренем виривати рослини, які відразу оглядати на предмет наявності комах, а лише потім переходити до вихлюпування, залишаючи рослини в зоні дослідження.

Значну ефективність для збору комах має метод огляду різних занурених у воду субстратів.

Каміння з тваринами збирають вручну на доступній глибині. Їх обережно відокремлюють від ґрунту, оскільки рухливі тварини швидко тікають, і поміщають у ємність з водою. Каміння з ємності по одному ретельно оглядають, і всіх виявлених тварин переносять у банку з фіксатором. Уважно досліджуються всі нарости, які можуть виявитися будиночками личинок волохокрильців або хірономід. Воду із ємності із рухливими тваринами, які залишили каміння, профільтровують через сачок-промивалку із газу № 23. Залишок із сачка переносять у банку з фіксатором. До кожної банки із матеріалом кладуть етикетку.

Інші занурені у воду предмети слід оглянути у польових умовах, на поліетиленовій клейонці світлого кольору. Необхідно відразу зібрати всіх видимих мешканців, а потім продовжити огляд до повного обсихання, при цьому оглядати слід всі порожнини, знімати кору, відокремлювати пазухи листя, розламувати субстрат у пошуках мінерів (у рослин) або коменсалів (у губках).

Під час роботи з рослинами їх виривають з коренем, при цьому попередньо можна зрізати ножицями надводну частину рослин (для напівзанурених). Ретельно також оглядають кореневу систему, тому що тут можна знайти специфічних мешканців.

Для збирання комах, які активно плавають у товщі води (хижі жуки та клопи) використовуються пастки «типу верші», які виготовляються із пластикових пляшок. Для цього від пластикової пляшки відрізають верхню третину і вставляють горловиною всередину нижньої частини. Потім ці дві складові частини скріплюють тугими металічними затискачами. На дно пастки можна покласти приманку (невеликі шматочки м'яса, печінки, риби тощо). Комахи накопичуються в задній частині пастки. Щоб дістати комах необхідно зняти металічні затискачі та витягти частину пастки з горловини. Перед діставанням комах пляшку необхідно злегка струснути, щоб комахи не могли сховатися в приманці.

Як правило, використовують 1,5–2 л пляшки, але для збору комах великого розміру, таких як *Dytiscus latissimus* та інші, слід використовувати пляшки з діаметром горловини більше 3 см (5 л, пляшки для питної води). Слід зазначити, що всі водні жуки та клопи дихають атмосферним киснем, тому у випадку вставлення таких пасток з весни по осінь, у них варто залишати трохи повітря та перевіряти їх один-два рази на добу, аби запобігти загибелі пійманих комах. Завжди слід відмічати на березі стрічкою або буйком місце, де встановлена пастка чи закріплювати її мотузкою або проволокою. Розташовувати пастку слід входом за течією, щоб, по-перше вона не забивалась, а по-друге – щоб за течією поширювався запах приманки. Додаткова інформація про методи збору амфібіонтів міститься у статті Архіпової та ін. (2018).

На обводнених сфагнових болотах для збору комах часто застосовують метод витоптування, коли колектор, витоптуючи мох, штучно створює наповнені водою мікропониження у сфагновому покриві. Комах, які накопичуються у результаті цього в таких мікродоймах, потім збирають невеликим сачком.

Для збору імаго ряду видів амфібіотичних комах з дерев та чагарників, що ростуть вздовж води, також використовують метод струшування (див. нижче).

*Збір хортобіонтів, тамнобіонтів і комах, які літають.*

Косіння повітряним сачком – один з класичних ентомологічних методів. У якості сітки повітряного сачка використовують газ-тканину або марлю. Обруч сачка кріпиться до міцної ручки проволокою, товщина якої має бути 4–5 мм. Для збору метеликів, бабок та інших комах, які високо і швидко літають, використовують ручку довжиною не менше одного метра і марлевий мішок, для інших (комах, які сидять на рослинах) – зручніше мати ручку сачка не більше 50 см завдовжки, діаметром біля 3 см і капроновий мішок. Іноді використовують ручки, які складаються з кількох частин, і які при потребі можна подовжувати або вкорочувати. За необхідності проведення кількісних зборів косінням, сачком роблять 50–100 помахів по траві і молодим пагонам чагарників і дерев. Під час цього обруч сачка повинен рухатися за траєкторією, що повторює форму вісімки. Після серії помахів його розташовують вертикально з невеликим нахилом або отвором мішка донизу так, щоб він звисав на обручі і не дозволяв виповзати і вилітати комахам, які туди потрапили, тобто перевертають обруч сачка на 180°.

Косіння доцільно проводити після висихання краплин роси або дощу та рухатися під час цього проти сонця і вітру, тому що тінь може відлякувати комах, а вітер – вивертати мішок. Дрібних комах в сачку ловлять за допомогою екстаустера. Денним метеликам та іншим великим комахам, які літають, спочатку складають крила, обережна тримаючи їх за грудний відділ через тканину сачка, а потім перехопивши їх вільною рукою, кладуть у спеціальний паперовий пакетик та переносять у морилку. Ручку сачка під час цього найзручніше тримати

під пахвою. Імаго видів, які потребують охорони, фотографують так, щоб було видно їхні діагностичні ознаки, та відпускають у природу.

Зручним способом ручного збору комах, що сидять на суцвіттях, пагонах, листках є струшування їх в порожню банку, морилку або сачок. Для цього потрібно обережно підійти до рослини, підставити під об'єкт, який сидить на ній, банку (морилку, сачок), обережно струхнути об'єкт, і відразу ж закрити банку (морилку) кришкою або загорнути сачок.

Для збору і дослідження населення комах травостою та поверхні ґрунту використовуються біоценометри. Особливо доцільно їх використовувати під час збирання і кількісних обліків рухливих комах – коників, цикадок, клопів, метеликів, жуків тощо.

Біоценометри бувають різної конструкції, але всі вони влаштовані за одним принципом. Певну ділянку ґрунту площею в 1, 0,5 або 0,25 м<sup>2</sup> накривають приладом, потім з нього забирають всіх тварин, підраховують їх і перераховують на певну площу зазвичай на 1 м<sup>2</sup>.

Найчастіше використовується біоценометр з мішком. Основа його складається з квадратної рамки. Нижній край її гостро заточений, верхній – відігнутий назовні кантом завширшки біля 1 см. Ззовні до біоценометра прикріплені ручки. Площа, яку він покриває, складає 0,25 м<sup>2</sup>. Друга частина біоценометра – мішок довжиною 170 см (залежить від зросту дослідника), без дна, діаметром трохи ширше рамки. Нижня половина мішка зшита із міцної тканини, верхня – із марлі.

Нижній край мішка містить резинку, яку одягають на верхню частину рамки, вище ручок, під кантом. Потім мішок перев'язують шнурком посеред, де тканина зшита з марлею. У такому вигляді біоценометр накидають на ділянку поверхні, яку досліджують. Дослідник просовує у верхню частину мішка голову і руки (резинка затягує його на рівні грудей або поперек), потім відв'язує шнурок, який перехоплює біоценометр, і опиняється у біоценометрі. Дослідник під час цього повинен мати все необхідне для збору тварин: морилку, пінцет, пробірки, пензлик тощо. Спочатку виловлюють із біоценометра комах, які літають, потім збирають їх із рослин і поверхні ґрунту. Після цього обрізають навколо біоценометра землю, знімають біоценометр і продовжують досліджувати ділянку.

Зрізану траву переносять в банки або мішечки для детального наступного дослідження в лабораторії. Комах, які знайдені біля коренів рослин, збирають в окремі пробірки; викопують дерен і складають також в банку або мішечок для детального вивчення. Потім приступають до пошуку тварин у ґрунті.

*Пастки Меріке* є малопоширеним, але ефективним методом збору комах. Ці пастки спрямовані на збір широко спектру комах, однак переважно антофільних. Пастка Меріке являє собою тарілку, переважно жовтого кольору, до якої налито мильний розчин, аби зменшити поверхневий натяг води. Пастки можна розміщувати як на поверхні ґрунту, так і на деревах,



кущах тощо. Літаючі комахи, приваблені яскравим забарвленням, або ті що залізли на до тарілки, пересуваючись поверхнею субстрату на який встановлено пастку, тонуть у розчині. Вкрай важливо перевіряти такі пастки декілька разів на добу аби матеріал, що потрапив до пастки не почав розкладатися. Деякі дослідники наповнюють пастки 4% розчином формаліну, що запобігає швидкому псуванню матеріалу. Також часті перевірки вмісту пасток із мильним розчином можуть запобігти гибелі у них видів, що внесено до охоронних списків. Підчас огляду пасток усю рідину з пастки зливають через газ-тканину, а все що залишилося на тканині розкладають на ватні матрацики або кладуть до пробірок із спиртом чи іншою фіксуючою рідиною.

*Пастка Малеза* була запропонована шведським ентомологом Р. Малезом у 1937 році. Принцип її роботи ґрунтується на прояві негативного геотаксису у комах, коли вони зіштовхуються з будь-якою перепорою (вертикальною площею) і позитивним фототаксисом, який характерний для багатьох із них. Пастка найбільш ефективна для збору деяких Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Heteroptera та Homoptera.

Широко використовуються пастки Малеза у вигляді палатки. Принцип її функціонування полягає в наступному. Комахи випадково залітають у палатку, контактують з її стінками, рухаються вгору і концентруються у найвищій точці конструкції, проникають крізь конусоподібний рукав у посудину. Щоб підвищити ефективність пастки її слід розміщувати так, щоб посудина знаходилася із південного боку. Вибирати комах краще всього щоденно ввечері перед заходом сонця або відразу після нього, коли денні комахи вже не будуть потрапляти в пастку.

*Віконні пастки* придатні для збору комах, які літають, як ґрунтового, так і трав'яного та чагарникового ярусів, а також підліска. Вони являють собою ємність з фіксатором (1-2% розчином формаліну) і закріплене у вертикальному положенні віконне скло або шматок прозорого пластику. Комаха, яка летить, вдаряється у прозору перепору і падає вниз. Іноді також використовують пастки у вигляді липких щитів або скла, яке змащене клеєм. Якщо скло торкається дна коритця і розташовується так, що один його бік повернутий до одного біотопу, а інший – до іншого, то можна порівняти видовий склад комах цих двох біотопів.

*Світлові пастки* призначені для збору нічних комах (метеликів, жуків, перетинчастокрилих, сітчастокрилих, волохокрильців, клопів тощо), але іноді на світло лампи прилітають також денні види. У якості джерела світла найчастіше використовують ДРВ

Для кількісних підрахунків і вивчення динаміки льоту зручно збирати всіх комах, які прилетіли на екран протягом кожної півгодини і після заморювання їх складати в банку або коробку, проклавши цей збір попередньо зверху шаром фільтрувального паперу і вати, а потім

верхнім шаром на нього розкладають збори наступної півгодини і т. д. Кожен шар має містити власну етикетку.

Багато видів комах збирають із використанням приманок із сильним запахом. Так, наприклад, для збирання деяких нічних метеликів використовують ємності із сумішшю патоки, меду і пива, зверху накривши їх марлею, що запобігає псуванню метеликів в результаті їх намокання або розвішують змочені в цій рідині ганчірки на стовбури та гілки дерев. Іноді такі пастки використовують для дослідження динаміки льоту.

Мертвоїдів, турунів, стафілінів та мух приваблює гниле м'ясо, трупі птахів і гризунів, які можна розміщувати в циліндрах, на металевому піддоні або листі фанери.

Копрофільні комахи летять на фекалії великої рогатої худоби, собак тощо. Дослідження таких субстратів слід проводити уважно та обережно, тому що дрібні жуки швидко й спритно переміщуються у пророблених ними ходах. Комах ловлять пінцетом, і переносять до пробірок. Після цього паличкою, ножем або лопаткою обережно знімають верхній шар субстрату і досліджують більш глибокі ділянки навіть до 5–10 см у глиб ґрунту під фекаліями.

Комах-міцетофагів (жуків та двокрилих різних родин) приваблюють плодовими тілами грибів, зрілими і підсохлими плазмодіями слизовиків.

Збір дендробіонтів. Для збору комах-дендробіонтів часто використовується струшування їх на тканину або поліетиленову клейонку. Під деревом або чагарником розкладають білу тканину (клейонку) або прикріплюють її до каркаса у вигляді парасолі, яка складається, та розміщують під гілкою, яку трусять рукою або б'ють по ній палкою. Комах, які після цього впали збирають з тканини (клейонки) за допомогою ексаустера, пінцета або руками.

Ефективним методом збору дендробіонтів є дослідження підкорової зони дерев. Після виявлення мертвого дерева або пенька, обережно відділяють шматки кори, оглядають внутрішню її поверхню і стовбур. Знайдених комах збирають ексаустером або пінцетом у пробірки або морилки.

Застосовують також виведення комах із заселених ними гілок, стовбурів і коренів дерев у лабораторних умовах.

Комах-дендробіонтів також збирають за допомогою ловчих поясів, які роблять із ганчірок або мішковини, обв'язуючи ними ділянку стовбура дерева, яку попередньо змащують глиною, щоб замазати щілини, куди можуть сховатися комахи. Огляд таких штучних сховків звичайно проводять раз на тиждень.

*Опрацювання зібраного ентомологічного матеріалу.*

Дуже важливо не лише зібрати ентомологічний матеріал, а й правильно його опрацювати та зберегти так, щоб він не втратив своєї наукової цінності і його можна було б

використати для майбутніх досліджень. Методи фіксації та зберігання ентомологічного матеріалу докладно описані у спеціальній ентомологічній літературі, їх огляд не входить до завдань цього посібника і ознайомитися з ними дослідник може самостійно у відповідній літературі.

Слід наголосити, що види комах, які потребують охорони, збирати для колекцій заборонено. Більшість цих видів дослідник-ентомолог може ідентифікувати у польових умовах, зробити фотофіксацію екземплярів, які були зловлені, записати дані про місце та час їхньої зустрічі в польовий щоденник та повернути комах у природу. За бажанням, фото комах після цього можна розмістити на порталах із дослідження та збору даних про біорізноманіття, наприклад, таких як UkrBIN або iNaturalist. Інформація щодо поширення цих видів вкрай важлива спеціалістам з відповідних груп, перш за все для складання карт поширення та поточнення біотопічних прераференцій цих видів у межах України.

### *Дослідження видового складу риб.*

Для виявлення видів риб необхідно застосовувати різноманітні знаряддя лову. При цьому слід пам'ятати, що на певні знаряддя (волоки, ставні сітки) необхідна наявність дозволів від відповідних державних структур. Більшість методів використовуються під час теплого сезону, оскільки взимку риби переважно перебувають на глибоких місцях і є неактивними. Тому достовірнішими стосовно кількості виявлених видів будуть вважатися дослідження проведені влітку або восени. Весною ж на багатьох водоймах є нерестова заборона не лише лову, але й перебування на водоймах, наприклад, на човнах.

На різних типах водойм використовують різні знаряддя. Так, на водосховищах і великих рівнинних річках дослідження проводять як пасивними знаряддями (ставні сітки з різними вічками), так і активними (волоки, малькові волокуші). Найпоширеніша модель малькової волокуші – довжина 7 – 10 м, висота близько 1 м, вічко 0,5 см. Застосовується в основному в прибережній смузі, незважаючи на свою назву, дозволяє виявляти не лише молодь риб, але й дорослих особин, переважно дрібних розмірів. Однак, для виявлення риб, молодь і дорослі яких перебувають весь час на відкритій воді (наприклад, чехоня), необхідно застосовувати ставні сітки з різним кроком вічка, десь від 5 до 1 см. Для виявлення придонних видів, що живуть на середині річки (різні види йоржів), треба застосовувати придонні ставні сітки. Існує ще багато типів знарядь для різноманітних потреб, наприклад дослідження личинок риб у товщі води за допомогою планктонних конічних сіток, мальків та личинок волокушами із млинового газу тощо.

Для малих водойм, де неможливе використання малькових волоків та, тим паче, ставних сіток через їхні невеликі розміри, нерівний характер дна, мулисте дно, засмічене впалими деревами русло, у багатьох країнах переважно застосовують методи електричного

лову. Однак в Україні ці методи є забороненими. Тому для виявлення риб можна використовувати підсаки для лову живця, з невеликим вічком приблизно 0,5 см і обов'язково з твердим обідком. Риб ловлять, заганяючи до підсаки, у прибережній смузі, серед рослин, на течії, серед каміння тощо. Таким чином, можна виявити риб практично в будь-яких невеликих та хоча б при березі неглибоких стоячих водоймах, малих річках, струмках тощо. Ще одним позитивним моментом цього методу є те, що риба здобувається у невеликих кількостях і може бути випущеною в практично неушкоджену стані після визначення видової належності та вимірювання довжини. Однак, дане знаряддя неефективне для виявлення видів, що тримаються далеко від берега або на глибині. Також менш ефективно для великих і середніх річок. З іншого боку, такими підсаками добре виявляються деякі види, які майже не реєструються в промислових знаряддях (ставні сітки) та інших, загально прийнятих для цих водойм знаряддях (волоки, малькові волокуші). До таких видів належать щипавки звичайна та північна, гірчак європейський, в'юн звичайний, мересниця озерна, деякі інші.

Додатком до будь-яких з вищеописаних методів можуть бути любительські знаряддя лову, що в сукупності з сітковими дозволяють виявити максимальну кількість видів риб. Ще одним методом є дослідження живлення хижих риб, у шлунках яких можуть бути знайдені рідкісні види риб, або й ті, що живуть у важкодоступних місцях.

Для деяких видів існує проблема їхнього виявлення стандартними методами через специфічність місць їхнього перебування. Частина з них можна зафіксувати, використавши підсаку на живця чи вудки, як зазначалося вище. Однак, наприклад, міноги можуть бути зловлені даними методами тільки епізодично і тільки в дорослому стані. Місцеві жителі на Поліссі здобувають личинок міноги української, піскорийок, у товстому шарі грубого намулу за допомогою грабельок для копання картоплі.

Для мігруючих видів необхідно також враховувати сезонну динаміку перебування в певних місцях та відповідно можливості виявлення їх там. До цих видів належать різні види шемаї, оселедці роду *Alosa*.

Отримані дані необхідно добре задокументувати для подальшого використання. Необхідно зазначити дату, місце, водойму, виявлені види та їх кількість, довжини особин, інші характеристики та географічні координати за наявності. Знайдених снулих особин можна заморозити чи зафіксувати у 4-% водному розчині формальдегіду або в етиловому спирті. Якщо видова ідентифікація була здійснена не спеціалістом, таких риб краще принаймні сфотографувати в гарній якості, щоб було видно розправлені плавці, кількість рядів лусок тощо.

### ***Методи дослідження видового складу земноводних та плазунів.***

Земноводні та плазуни є групами нижчих хребетних тварин, які не є об'єктами промислового вилову, а відтак їх реєстрація і визначення утруднюється, оскільки знайти їх можна здебільшого випадково майже виключно в характерних для них біотопах, певний час доби та сезон. Також часто їх можна зареєструвати на антропогенно змінених територіях, де вони часто потрапляють в елементи людських споруд, опиняючись у пастці. Найчастіше амфібій та рептилій можна реєструвати, починаючи з ранньої весни, коли вони виходять для прогріву після зимівлі в сезон парування, і аж до пізньої осені, коли окремі особини виходять зі сховків для прогріву. Характерними місцями знахідок під час сезону розмноження для амфібій є різноманітні водойми (канали, калюжі, озера, ставки, потічки, болота, затоплені водою автомобільні колії, стариці, тощо), які ці тварини використовують для відкладання ікри. Характерними особливостями реєстрації є також можливість визначити присутність виду за аудіальними сигналами (вокалізацією) самців. У випадку рептилій більш характерними точками реєстрації є відкриті галявини, узлісся, екотони (прикордонні ділянки між різними біотопами), де ці тварини прогріваються та найчастіше спаровуються. Надалі протягом року випадки виявлення цих тварин носять більш спорадичний характер, від поодиноких особин збитих на автомобільних шляхах до окремих зустрічей в типових місцях їх мешкання (лісах, болотах, поблизу озер тощо). Невелика кількість цих тварин, а також наявність характерних добре помітних неозброєним оком морфологічних особливостей, надає можливість створення індивідуальних методик первинного визначення цих тварин навіть людьми, які не є фахівцями. Зрозуміло, що для більш глибокого та точного аналізу складу батрахо- та герпетофауни потрібна участь відповідних фахівців-зоологів, проте використання нижченаведених методик дозволить більш повно оцінити видовий склад, а подекуди і зробити внески в дослідження чисельності, екології та фенології цих груп хребетних.

#### *Хвостаті земноводні.*

Тритон гребінчастий (*Triturus cristatus*). Найбільший вид тритонів фауни України. Розмір дорослих особин з хвостом сягає 11-13 см. Загальний фон забарвлення темний, коричнево-чорний. Характерною ознакою є грубозерниста (на череві гладенька) шкіра, а також яскраве помаранчево-жовте черево з великими, добре помітними чорними плямами. В шлюбний період у самців на верхній стороні тіла розвивається добре помітний неозброєним оком зубчастий гребінь, що тягнеться від голови до основи хвостової частини, де він переривається і потім продовжується на обох зверху і знизу хвоста. Після закінчення шлюбного сезону гребінь у самців зменшується в розмірах, але не зникає зовсім і його все ще можна розгледіти. Ці тритони приурочені до лісових та лісостепових ділянок. Поширений на Поліссі, Лісостепу, а вздовж долин річок може заходити і в степову зону. В передгір'ях

Закарпаття, і Карпат його реєстрували на висотах до 1450 м. Після зимівлі тварин можна помітити в канавах, невеликих озерцях, болотах та ставках з проточною або слабо-проточною водою. Часто їх реєструють у колях від машин та придорожніх канавах, що заповнюються талими водами навесні. В цих водоймах тритони нерестяться, і часто залишаються в них до осені. Під час сезонних міграцій для нересту тритони нерідко гинуть під колесами автомобільного транспорту. Часто ці тварини потрапляють на гачок рибалок, оскільки полюють на безхребетних, і в тому числі черв'яків, які використовуються в якості наживки. Пізніше, після закінчення сезону розмноження, тритонів можна зустріти в зволжених сховках на суходолі: під гнилими пнями, корчами, купами каміння та ін. Зимують гребінчасті тритони в порожнинах ґрунту, норах, трухлих стовбурах дерев, можуть залазити в погребі та гідротехнічні споруди, колодязі, ями тощо. Цей вид тритонів занесений до переліку тварин Червоної книги України. Для оцінки чисельності та загального стану популяцій необхідне проведення досліджень кваліфікованих експертів-зоологів.

Тритон дунайський (*Triturus dobrogicus*). Ці тритони, загальною довжиною 11-12 см відрізняються від інших видів тритонів фауни України подовженим тулубом. Мешкають на рівнинних масивах вздовж р. Дунай на території Закарпаття, а також Одеської області. Є окремі свідчення про їх знахідки на території Херсонської області. Теоретично можуть траплятися і на території Миколаївщини. Загальний фон тіла темно-коричневий з невеликими круглими чорними плямами. На нижньому боці тулуба є дрібні світлі цятки неправильної форми, які є і на нижній частині голови. З боків середини хвоста проходить біло-блакитна смуга. Черево червоно-помаранчеве з темними плямами. У самців у період розмноження розвивається спинний гребінь, який переривається біля основи хвоста. Вид населяє слабо-проточні водойми заплавних лісів, заливних луків та болотистих ділянок, канали та тимчасові водойми. Пробудження після зимової сплячки відбувається в березні-квітні. Приблизно до початку липня тритони знаходяться в водоймах, які покидають у другій половині літа. На суші тритони шукають зимові укриття і можуть бути знайдені у купах листя, стовбурах дерев, що впали, моху, корчах, трухлявих пнях, під корою дерев, між камінням, в норах та порожнинах ґрунту, де і відбувається зимівля. Часто під час таких міграцій може потрапляти в пастки (колодязі, ями, канали), в яких його при регулярній перевірці можна знайти. Попадають на гачки рибалок час від часу, полюючи на черв'яків. Цей вид тритонів занесено до переліку тварин Червоної книги України. Для оцінки чисельності та загального стану популяцій необхідне проведення досліджень кваліфікованих експертів-зоологів.

#### *Плазуни.*

Черепаха болотяна (*Emys orbicularis*). Найчастіше черепах можна виявити, починаючи з квітня (а у разі ранньої весни і з березня) протягом усього року аж до вересня (у разі теплого

року і до жовтня). Характерними місцями виявлення є різноманітні водні об'єкти по всій території України, достатньо глибокі, щоб надати безпечні місця для зимівлі (озера, річки, канали, ставки, болота тощо). Зимують, закопуючись у мул на дні водойм. Зазвичай ті тварини, що опинилися в занадто мілководних водоймах, а також слабкі або хворі тварини помирають під час зимівлі і їх тіла можна помітити у воді після сходу криги. Надалі живі тварини найчастіше і найлегше виявляються візуально у першій половині дня (в сонячну погоду) з відстані в місцях прогріву. Такими місцями можуть бути береги водойм, прибережне каміння, стовбури упалих у воду дерев, частини вищої водної рослинності, тощо. Черепахи мають добрий зір, тому за перших же ознак потенційної небезпеки швидко пірнають у воду з місця прогріву. В таких місцях черепах можна виявляти протягом року. Оскільки черепаха болотяна є єдиним аборигенним видом черепах на території України, переплутати її з іншим видом неможливо. Єдиним видом (інтродукованим через безвідповідальне ставлення тераріумістів-любителів), з яким можна переплутати болотяну – це червоновуха черепаха (*Trachemys scripta*). Проте у разі виявлення, ці види легко відрізнити завдяки наявності у червоновухої черепахи більш плоского карапакса та добре помітних продовгуватих червоних/жовтих плям по боках голови. Довжина карапакса сягає 23 см (зазвичай 16-18 см). У травні-червні часто знаходять черепах поблизу водойм, при чому вони зазвичай прямують в бік від водойми. В таких випадках швидше за все йдеться про вагітних самиць, що прямують до місць відкладання яєць. Часто протягом року, нажалі багато тварин під час таких міграцій гинуть під колесами автомобілів, перетинаючи полотно асфальтованих та сільських доріг. Наявність мертвих тварин у таких випадках є надійним свідченням того, що в околицях цей вид присутній. Часто під час таких міграцій (як самиці, так і молодняк, що вийшов пізніше з яєць і прямує назад до водойми) тварини потрапляють в ями, канави, старі гідротехнічні споруди тощо, опиняючись у пастці. Регулярна перевірка таких місць дозволить не лише вчасно врятувати тварину, але і підтвердити наявність виду на даній території. Надзвичайно часто болотяні черепахи випадково реєструються під час риболовлі, опиняючись на гачку, через те, що не гірше за рибу клюють на наживку. В таких випадках часто тварина згодом гине, оскільки витягнути гачок, який зазвичай на момент лову потрапляє занадто глибоко в горло, надзвичайно важко. В такому випадку варто транспортувати тварину до найближчого ветеринара для надання кваліфікованої медичної допомоги. Також, будучи в тому числі рибобійними тваринами, черепахи часто потрапляють у сітки та пастки, які зазвичай встановлюються для ловлі риби та раків. Також одним із найнадійніших способів реєстрації цього виду є звернення до кваліфікованого фахівця-зоолога, який за результатами польових досліджень зможе підтвердити наявність або відсутність виду на досліджуваній території. Для

оцінки чисельності та загального стану популяцій необхідне проведення досліджень кваліфікованих експертів-зоологів.

*Методика орнітологічних досліджень.*

Орнітологічні дослідження при проведенні оцінки впливу на довкілля включають, по-перше, встановлення факту наявності певного виду, який має охоронний статус, а, по-друге, дослідження його біотопічного розподілу та чисельності, вивчення ступеню впливу факторів, пов'язаних з певними видами діяльності, щодо яких здійснюють оцінку впливу на довкілля.

Для виявлення певного виду слід знати, у яких ландшафтах та у яку пору року можна зустріти певний вид. Перший крок – аналіз наявної літератури, як загальної (яка надасть загальну інформацію із фенології виду та біотопічних переваг), так і спеціальної орнітологічної літератури (наукові журнали, збірники тез та матеріалів регіональних, загальнонаціональних та міжнародних конференцій, визначники польові, науково-популярна література з птахів певної місцевості, енциклопедичні видання, атласи гніздової фауни певної країни або континенту в цілому, дисертаційні та дипломні проекти та презентації, тощо).

Після проведення підготовчих робіт із дослідження літературних джерел, опитування спеціалістів, наступний етап – детальне вивчення мап та космічних фото місцевості проведення дослідження. Це дозволить виділити потенційні місця існування видів, які теоретично можуть бути на зазначеній території. Далі слід відвідати виділені потенційні території та провести їх обстеження щодо відповідності місцям існування певного виду/видів, провести максимально детальне фотографування місцевості.

Наступний етап – проведення польових робіт.

Виявлення виду слід проводити у відповідних біотопах та у відповідну пору року, коли цей вид присутній на даній території (у випадку перелітних птахів, дати наведено у фенологічному покажчику) і коли він проявляє найбільшу активність. Для горобцеподібних і дятлових птахів найбільша активність характерна на початку сезону гніздування: для синиць – це від 20 лютого до 3 декади квітня, для підкоришників та повзиків – березень – перша декада квітня, для дроздів – квітень (менше травень), для жайворонків – березень – квітень, для птахів родин *Miscicapidae* та *Sylvidae* – це травень, для сорокопудів – від середини травня до кінця липня (для сорокопуда сірого – квітень). Хижі птахи найбільш помітні як на початку сезону гніздування – до появи кладок, так і у період вигодовування: для орлів (окрім беркута) – це перша половина квітня та червень – липень, для орлана-білохвоста – перша половина лютого та квітень – липень, для беркута – березень та від початку травня до початку липня; для осоїда, яструба короткононого, кібчика, боривітра степового та підсоколика великого – це травень, а також липень. Журавлі найбільш помітні від середини березня до 20 квітня. Лелекоподібні птахи найбільш помітні в квітні (коровайка – у травні) та у червні – серпні (проте від 20 липня



багато цих птахів тримається територій поза гніздових колоній!). Соби найбільш активні від середини лютого до середини квітня, особливо у березні, проте совка активна у травні – червні.

Після виявлення виду виникає питання щодо статусу його перебування, адже птахи – це дуже рухливі та схильні до міграцій тварини. У якому випадку можна, при проведенні дослідження, казати про гніздування виду? По-перше, це у випадку знаходження гнізда (як із пташенятами та кладками, так і таких, у яких кладка або виводок загинули) або виводка молодих птахів, які перебувають під опікою дорослих птахів, або дорослих птахів із гніздовим матеріалом (для горобцеподібних птахів також із капсулами посліду у дзьобах). Це достовірно підтвержене гніздування. Верифікація такого рівня абсолютно необхідна у випадках, коли мова йде про знаходження певного виду поза межами основного ареалу або у випадку знаходження виду, для якого характерним є постійна зміна місць гніздування та пересування на значні відстані від сезону до сезону (сова болотяна, совка, фламінго, пелікани, жайворонки, чижі, снігури, кулики, сорокопуди сірий та чорноголовий). Також бажано встановлювати достовірне гніздування для найбільш рідкісних видів, особливо для тих, гнізда яких підлягають охороні згідно чинного законодавства (хижі птахи і сови, чорний лелека, журавель сірий). Інший рівень верифікації – вірогідне гніздування: знаходження особин певного виду у типовому гніздовому біотопі, де вид достовірно гніздився не пізніше 30 років тому і де у наш час знайдені нежилі гнізда цього виду, де зазначено особини цього виду не менше 3 разів/сезон, або зазначено самостійних молодих птахів до початку міграційних переміщень та дорослих особин (у випадку, коли в цій місцині/урочищі певний вид гніздився не пізніше 30 років тому). Ймовірне гніздування – знахідка дорослих особин у типовому гніздовому біотопі принаймні двічі за сезон за умов, що в цій місцевості гніздилися не пізніше 30 років тому.

Поняття потенційний гніздовий біотоп: наявність типового біотопу певного виду в межах певної системи урочищ (у межах одного вододілу або одного річкового басейну, акваторії моря, тощо), у якій (системі) відомі місця гніздування виду, проте поза територією проведення дослідження. У цьому випадку при проведенні дослідження слід забезпечити збереження потенційних місць існування із розрахунку мінімальної щільності регіонального гніздового угруповання виду. Наприклад, у старому боровому масиві площею 10 тис. га є ділянки лісу (бір віком від 100 років, зімкнутість крон не більше 0.5), де потенційно можуть гніздитись орли-могильники (*Aquila heliaca*), проте нам не відомі їхні гнізда, але в долині цієї ж річки (або її басейну) є гніздові угруповання цього виду, мінімальна щільність в яких становить 1 пара/5 тис. га, рекомендований радіус охоронної зони, в межах якої не можна проводити зміну рослинного покриву, становить 75 м; таким чином, у межах борового масиву, де проводять дослідження, наприклад, щодо суцільних та вибіркових рубок лісу, слід забезпечити збереження двох ділянок радіусом не менше 75 м, які були б розташовані на

найбільшому віддаленні одна від одної і не менше 2 км від населених пунктів. Такі заходи допоможуть зберегти не тільки відомі місця сучасного гніздування цього дуже рідкісного виду, але й збережуть ділянки для подальшого розселення та відновлення популяції.

Таким чином, у більшості випадків, спостереження певного виду у типовому біотопі не менше 2 разів/гніздовий сезон або хоча б одного разу у сезон міграцій/зимівлі є достатнім щоб внести цей вид до переліку фауни території проведення дослідження.

Для моніторингу впливу певної діяльності на популяції як рідкісних, так і звичайних видів слід проводити щорічні обліки чисельності. Обліки птахів проводять двома основними способами: відносні маршрутні обліки та наближені до повних (абсолютних) обліків на облікових площах. Перший метод можна застосовувати в усіх біотопах, проте переважно у лісах, а також у випадку «лінійних» місць існування: коси, береги водойм, куести та скельні гряди, глинисті, піщані та інші урвища. При проведенні маршрутних обліків слід дотримуватись таких вимог: довжина облікового маршруту для дятлів та горобцеподібних птахів має бути не меншою за 2 км, бажана ширина облікової смуги 100 м (у випадках «лінійних» біотопів – шириною, яку займає цей біотоп). Для качок, куликів та ракшевих птахів та сов довжина облікового маршруту має становити не менше 5 км, а для обліку пугача та денних хижих птахів – не менше 10 км. Бажано проводити обліки не менше 2-3 разів/сезон.

Облікові площі слід закладати таких розмірів: **А)** для обліку горобцеподібних птахів та дятлів: у широколистяних лісах не менше 10 га; у борах: не менше 20 га; у мішаних лісах: не менше 15 га; у рідколіссях та чагарниках не менше 10 га; у відкритих ландшафтах із болотами: не менше 15 га; у відкритих ландшафтах сухих: не менше 30 га; на болотах: не менше 5 га; на незакріплених та напівзакріплених пісках: не менше 50 га; **Б)** для обліку денних хижих птахів та пугача: у лісостепових ландшафтах та лісах із великими площами відкритих боліт: не менше 5000 га; у степових ландшафтах із невеликими масивами лісу: не менше 10000 га; **В)** для обліку сов (окрім пугача): у лісостепових ландшафтах та лісах із великими площами відкритих боліт: не менше 1000 га; у степових ландшафтах із невеликими масивами лісу: не менше 2000 га; **Г)** для обліку інших видів птахів (окрім вище зазначених): у широколистяних лісах не менше 20 га; у борах: не менше 50 га; у мішаних лісах: не менше 30 га; у рідколіссях та чагарниках не менше 20 га; у відкритих ландшафтах із болотами: не менше 20 га; у відкритих ландшафтах сухих: не менше 50 га; на болотах: не менше 10 га; на незакріплених та напівзакріплених пісках: не менше 150 га.

В основі обліків на площах лежить методика багаторазових обліків та багаторазового картування усіх реєстрацій особин, гнізд та інших слідів життєдіяльності певного виду.

Усі обліки горобцеподібних та дятлових птахів слід проводити на світанку та вранці (від 1 години до сходу сонця і до кінця 3-ї години після сходу сонця, а також у період від 2-ї

(початок літа) або 3-ї (на весні) години перед заходом сонця і до 40 хвилин після заходу сонця. Обліки сов – через півгодини після заходу сонця і продовж 2 годин, а також за 1.5 години до сходу сонця і до моменту, коли освітлення на світанку вже дозволяє розрізнити кольори. Обліки орлів та канюків, осоїдів, орланів, зміїдів, грифів краще проводити від кінця 3-ї години після світанку і до полудня, а також від 2-ї години після астрономічного полудня і до 1 години перед заходом сонця. Обліки соколів, шулік та яструбів слід проводити від світанку і до полудня, а також від 2-ї години після астрономічного полудня і до кінця першої години після заходу сонця.

Погодні умови для проведення обліків: відсутність рясних опадів, відсутність потенційного різкого похолодання упродовж наступних 24 годин; відсутність вітру понад 5 м/с. За умов теплої погоди і невеликого дощу можна ефективно проводити обліки у жовтні (сови) та у березні-квітні (сови та горобцеподібні птахи). Обліки денних хижих птахів краще проводити за умов сонячної, навіть спекотної, погоди.

Спеціальні вимоги щодо обліків: А) обліки сов (окрім пугача) краще проводити у безмісячні ночі, або у періоди першої/останньої чверті місяця; Б) обліки пугача краще проводити у періоди від половини місячного диску через повний місяць і до  $\frac{3}{4}$  місячного диску на спаданні; В) обліки пастушкових птахів слід проводити за допомогою фонограми (або без неї) упродовж усієї ночі (точніше, від кінця першої години після заходу сонця і до появи сонячного диску вранці) у травні – червні; Г) обліки дрімлюг слід проводити упродовж години від кінця 1-ї години після заходу сонця і до кінця 3-ї години після заходу сонця, від середини травня по першу декаду серпня.

*Застосування спецзасобів.* При проведенні орнітологічних досліджень часто використовують спеціальні засоби, які полегшують виявлення певних видів птахів. Насамперед – це застосування фонограм при обліку пастушкових птахів та сов. Інколи використання фонограм доцільне і при проведенні обліків деяких горобцеподібних птахів, особливо дрібних видів очеретянок, а також берестянок та мухоловок малих. Цікавим є досвід проведення обліків на фонограму великих соколів (балабан та сапсан) та яструба великого: за 40–50 хвилин до світанку і протягом 1 години після світанку, а також протягом 1 години після заходу сонця можна прокручувати запис територіальних криків та криків тривоги у місцях.

Інші спеціальні засоби: відлови птахів павутинними тенетами або пастками «Рибачинського типу» із подальшим визначенням видової приналежності, кільцюванням та поверненням у природу. Важливим і продуктивним методом є виявлення видів по слідах та линному пір'ю (або за тривалим візуальним спостереженням) біля водопоїв, а також застосування фотопасток біля водопоїв та на звалищах, потенційних гніздових та кормових дупел та потенційних гніздових споруд. Застосування дронів є високоефективним як при

виявленні скупчень качок на міграційних зупинках (особливо на невеликих водоймах, які щільно поросли очеретом), колоній крячків, мартинів, чапель та чепур, куликів, так і при проведенні обліків птахів у цих колоніях. При цьому бажано проводити фото та відеозйомку таких спучень, поселень з камери, встановленої на дроні.

Етичні норми при проведенні досліджень:

- не можна допускати загибелі або травмування птахів;
- бажано не допускати довгострокового (понад 1 добу) вилучення птахів з природи: за умов, якщо не відбувається багаторічний моніторинг із кільцюванням птахів на одному й тому ж самому місці, треба відмовитись від кільцювання спійманих птахів;
- при відлові птахів слід кожні 15–20 хвилин перевіряти тенет;
- не бажано прокручувати фонограму на відстані, меншій ніж 100 м (критичний мінімум – 50 м) від гнізда сови/сокола/великого яструба;
- перевірку гнізд денних хижих птахів слід проводити у період, коли тіло пташенят вже почало покриватись пір'ям (для боривітрів та інших дрібних видів – це пташенята віком 20 днів та більше, для інших видів – не менше 1 місяця); перевірку (огляд) гнізд бажано проводити із сусіднього дерева або із землі;
- пошук гнізд хижих птахів слід проводити у сезон після закінчення гніздування і до початку нового циклу гніздування: для орланів-білохвостів – це період з червня до 20-х чисел січня, для беркута – з липня до кінця лютого, для осоїда, кібчика, боривітра степового та підсокола великого – з серпня до квітня, для інших видів – з середини липня до кінця березня; не можна відвідувати охоронні зони гнізд у період ремонту гнізд та зайняття ділянок навесні, а також у період насиджування кладок та знаходження у гнізді пухових пташенят (до появи пір'я); не можна відвідувати гнізда у вітряну погоду, під час дощу або при температурі повітря нижче за 20°C.

### ***Методики виявлення ссавців***

Для виявлення видів ссавців необхідно застосовувати різні методики та підходи, що враховують особливості біології та екології цих видів. Частина з них базується на виявленні та визначенні слідів життєдіяльності тварин тому, що більшість ссавців важко зустріти у природному середовищі. Для визначення видового складу дрібних гризунів, комахоїдних та кажанів застосовують методи, що передбачають відлов тварин. Останнім часом стає більш доступною та набуває популярності реєстрація видів за допомогою фотопасток. Фотофіксація найбільш ефективна для великих та середніх за розміром ссавців.

### ***Бобер річковий (*Castor fiber*)***

Пошук слідів життєдіяльності бобрів проводять шляхом обстеження водойм. Виявити присутність виду на території можна за характерними погризами на деревах, наявності

бобрових хаток, каналів, загат, нір та стежок. Ознака заселеної бобрами ділянки саме на період обстеження – свіжі погризи на деревах та кущах. Влітку спектр живлення бобрів складається з різних видів рослин, серед яких значну частку займають вищі водні рослини. Тому у літній період погризів на деревах, як правило, менше. У холодний період року тварини живляться переважно деревами та кущами, які зростають біля водойм, та заготовляють запаси гілок на зиму. Для виявлених під час обстеження території кормових ділянок, хаток, загат та нір бобрів визначають координати, які потім наносять на картосхеми.

Видра річкова (*Lutra lutra*), норка європейська (*Mustelalutreaola*)

Виявити присутність видри та норки можна під час візуального спостереження, за слідами на снігу або мокрому ґрунті під час обстеження водойм. Треба враховувати, що сліди норки європейської дуже схожі на сліди норки (візона) американської (*Neovison vison*), також не спеціалісти можуть помилитись у визначенні виду під час візуальної реєстрації. Бажано фотографувати тварин та їхні сліди під час проведення обстеження території. Для виявлення присутності видів ефективним може бути використання фотопасток разом з приманками. Для усіх місць реєстрації видри та норки визначають координати, які потім наносять на картосхеми.

Тхір степовий (*Mustela eversmannii*), перегузня (*Vormela peregusna*)

Тхір степовий та перегузня ведуть потайний спосіб життя. Виявити присутність видів під час візуального спостереження дуже важко. Особливу увагу під час обстеження території необхідно приділяти ділянкам з наявністю нір ховрахів, бабаків, сліпаків. Методики обліку чисельності не розроблені. Для виявлення присутності видів ефективним може бути використання фотопасток разом з приманками. Для усіх місць реєстрації тхора степового та перегузні визначають координати, які потім наносять на картосхеми.

Ховрах європейський (*Spermophilus citellus*), ховрах крапчастий (*Spermophilussuslicus*)

Два види ховрахів досить подібні між собою як за зовнішнім виглядом, так і за поведінкою та біотопами, в яких вони мешкають. Відомі випадки гібридизації між цими видами. Природний ареал ховраха європейського в Україні охоплює Закарпатську область, Чернівецьку та південь Вінницької. Ховрах крапчастий відомий від Львівської на заході до Харківської на сході. На півдні ареал доходить до Чорного моря на ділянці від Дунаю до Дніпра. Обидва види живуть переважно на пасовищах, у ярах та балках, берегах невеликих річок та ставків тощо.

Ховрахи є колоніальними тваринами, що необхідно враховувати під час їх пошуків. Ховрахи на зиму впадають у сплячку. Виходять зі сплячки вони зазвичай з березня в залежності від широти та погодних умов. Ховрашата виходять на поверхню з травня. Ховрахи активні вдень найбільше з 7 до 18 години. Саме в цей час необхідно проводити пошуки та

обліки. Літом у найбільш спекотну погоду в 12-14 годин активність може падати. На зимову сплячку дорослі особини йдуть у серпні-вересні, молоді в окремих випадках можуть бути активні до листопада.

Найбільш ефективним є пошук колоній у другій половині квітня – початку травня, коли ховрахи вже вийшли зі сплячки, а трава ще низька, що дає змогу краще їх бачити. Для пошуку необхідно проводити пішохідні маршрути в характерних біотопах. В окремих випадках можна робити облік з автомобіля (виключно в місцях, де вже зареєстровані ховрахи та при високій активності тварин на поверхні).

Реєструвати ховрахів можна (в порядку зменшення надійності):

- I. візуально, бажано підкріплено фотографіями;
- II. акустично – ховрахи мають видоспецифічний свист;
- III. за наявністю нір.

Нори можуть слугувати джерелом про наявність виду лише за наявністю перших двох видів реєстрацій. Якщо під час маршрутів було знайдено нори, необхідно дочекатися або візуальної зустрічі з твариною, або за характерним посвистом з нір підтвердити присутність ховрахів. Перед норами можна встановлювати фотопастку. Також підтвердженням присутності є знайдені мертві особини (в тому числі збиті на дорогах). Якщо були знайдені ховрахи у гніздах або на присадах хижих птахів, необхідно провести консультацію зі спеціалістом-орнітологом щодо розмірів індивідуальних мисливських ділянок хижаків. Виходячи з отриманої інформації слід організувати пошуки ховрахів. Доречним є також опитування місцевих жителів, у першу чергу чабанів.

Облік чисельності можна проводити шляхом підрахунки нір: абсолютний облік у випадку невеликих колоній, або облік на трансектах. При цьому зазначається кількість нір на довжину трансекти, та підраховується загальна площа, зайнята норами. При цьому слід мати на увазі, що облік нір ніколи не можна прямо переводити у абсолютну чисельність тварин. У випадку необхідності оцінити точну чисельність, слід проводити відлов спеціалізованим живоловками (наприклад, американськими Tomahawk Live Trap) і підраховувати чисельність методом відлову-мічення-повторного відлову. Проте, усі види ховрахів в Україні занесені до Червоної книги України, тому будь-які їх відлови потребують отримання спеціального дозволу у відповідності до діючого законодавства. До відлову можна допускати виключно кваліфікований персонал. Не допустимо проводити відлов тварин виливанням їх із нір, задуванням у нори вихлопними газами тощо.

Усі зустрічі ховрахів описуються в окремій таблиці. Мають бути надані картосхеми розміщення колоній, кількість нір та чисельність тварин (виключно у випадку проведення відловів та за наявності спеціального дозволу).

### Мишівка степова (*Sicista subtilis*)

Характерною ознакою є чорна смуга по спині, що оточена двома світлими смугами (що створює ефект смугастості), коротка морда та довгий хвіст. Значно дрібніша за більшість інших видів, вага тіла 6-10г. Від миши-крихітки (*Micromys minutus*) відрізняється наявністю смуги (ременю) по спині. Від польової миші (*Apodemus agrarius*) – значно меншими розмірами (18-20 г доросла миша польова, більш сірим кольором хутра спини (ярко-руде у польової миші) та жовтуватим хутром черева (біле у польової миші), кольором кінцівок та хвоста (темне у миші польової, світле у мишівок), відносно довшим хвостом та більш короткою мордою. Лісова мишівка (*Sicista betulina*) відрізняється від степової наявністю лише однієї темної смуги (ременю), рудішим кольором спини та відносно довшим хвостом. Визначення за фотографіями можливе виключно у разі наявності серії чітких фотографій, на яких можна роздивитися усі особливості забарвлення та за наявності масштабу на них.

Найчастіше зустрічаються на півдні – Херсонщині, Одещині, Луганщині та Криму. Можливі знахідки в усіх інших областях. Шукати мишівок степових слід на степових та лучно-степових ділянках, у балках та ярах, піщаних аренах з природною рослинністю тощо. У минулому відомі зустрічі на сільськогосподарських полях, тому не можна виключати такі знахідки й сьогодні. Проте найбільш ефективним є пошук саме на цілих степових ділянках.

Для пошуку мишівок треба проводити відлови шляхом встановлення ґрунтових пасток: циліндрів або конусів глибиною принаймні 20 см. Циліндри слід виставляти у лінії по 50-100 пасток (можна більше). Відстань між пастками 10 м. Канавки або парканчики не змінюють вірогідність відлову мишівок, тому їх встановлювати не бажано, адже призводить до порушення біотопу та неефективного використання робочого часу фахівців. Кожна лінія має експонуватися принаймні 3 доби. Відлови бажано проводити у суху погоду. Циліндри або конуси повинні мати перфорацію для водовідведення на випадок дощу. У разі сильних дощів відлови не проводяться. Літом пастки потрібно перевіряти якомога раніше вранці для уникнення загибелі тварин від перегріву. У випадку високої чисельності хижаків (лисиці, собаки єнотоподібні, шакали тощо) потрібно проводити перевірку пасток опівночі. Для оцінки присутності виду необхідно провести відлови циліндрами не менше 500 пастко-діб протягом не менше 3 діб. У разі, якщо дослідження проводиться на територіях з великою кількістю степових ландшафтів (псамофітні степові ділянки, яруги та балки, приморські степові ділянки тощо), кількість пастко-діб та тривалість дослідження має бути збільшена. Неприпустимим є використання плашок Геро, які вбивають тварин. Ефективність використання стандартних живоловок для обліку дрібних ссавців дуже невисока під час пошуку мишівок. Тому не можна проводити обліки виключно живоловками у місцях, де можуть бути зареєстровані мишівки.

Використання ґрунтових пасток є обов'язковим. Проводити пошуки і обліки мишівок доцільно з травня по вересень. Мишівка степова – вид, що впадає в зимову сплячку.

Після проведення досліджень надається інформація з розташуванням ліній відловів, надаються координати і дати усіх знахідок.

**Фітопланктон.** Фітопланктон є одним з найбільш динамічних компонентів водної біоти та суттєвим показником змін, основним продуцентом первинної органічної речовини й кисню у водоймах, активним учасником процесів самоочищення. Багато видів водоростей виступають індикаторами якості води. Біомаса фітопланктону згідно з ВРД входить до складу основних гідробіологічних показників визначення якості води.

Відбір і обробка альгологічних проб здійснюються згідно із загально визначеними гідробіологічними методиками.

Вибір методів відбору альгологічних проб визначається метою дослідження. Збір даних про фітопланктон при біологічному моніторингу здійснюється у відповідності з певним планом, до якого входить схема просторового (вертикального й горизонтального) та часового відбору проб. Найчастіше у науково-прикладних дослідженнях використовуються методи відбору альгологічних проб для кількісного аналізу з наступним визначенням якісного складу й розрахунком чисельності та біомаси, згідно з якими виконують оцінку якості води та екологічного стану водойми.

При дослідженні фітопланктону поверхневих шарів води проби відбирають, зачерпуючи воду з поверхні водойми у посуд певного об'єму (чисті пластикові або скляні бутілі з кришками, які щільно закриваються). У водоймах з бідним фітопланктоном рекомендується відбирати проби об'ємом не менше 1 л, з багатим – об'єм проби можна зменшити до 0,5 л. Для відбору проб з різних глибин використовуються батометри, серед яких найбільш поширеним є батометр Рутнера. Паралельно на кожному створі вимірюються температура води, глибина та прозорість за диском Секкі.

Частину відібраних альгологічних проб можна аналізувати у живому стані протягом невеликого проміжку часу після відбору (кількох годин), але у більшості випадків потрібен більш детальний аналіз, для якого проби фіксуються й відстоюються.

Найпоширенішим консервантом є формалін – 40 % розчин формальдегіду, який у водні проби додають з розрахунку 1:100, до слабкого запаху. Потім пляшку щільно закривають кришкою і залишають відстоюватися від кількох днів до 2-3 тижнів у залежності від задач дослідження.

Усі бутілі (пляшки) мають бути з етикетками, де зазначається номер проби, дата й місце відбору. Окремо у польовому щоденнику дослідники записують усі необхідні дані щодо відбору проби: найменування водойми, номер станції, її координати на водоймі та відповідна



географічна «прив'язка» станції, дата відбору проби (число, місяць, рік, час доби), прозорість води, об'єм проби, температура води й повітря, кількість кисню, гідрометеорологічні дані про стан погоди, наявність чи відсутність на поверхні води ознак «цвітіння», спричиненого масовим розвитком водоростей, плівок нафтопродуктів, сміття, візуально відмічених джерел надходження стічних вод у водойму, звалищ сміття в районі природоохоронних смуг досліджуваної водойми.

Коли мине час, визначений для відстоювання, проби планктону згущуються з використанням класичного для альгологічних досліджень методу з сифонною трубкою: за допомогою скляної трубки, один кінець якої затягнутий мельничним ситом № 77 у кілька шарів, а інший поєднаний з гумовим шлангом, дуже повільно та обережно відсмоктують середній шар води, щоб не допустити порушення осаду.

**Зообентос.** Збори донних безхребетних виконуються загальноприйнятими гідробіологічними методами. Кількісні проби відбираються дночерпаками Петерсена або на м'яких ґрунтах скребками. Для великих гідробіонтів можливо використання драги, яку протягують по ґрунту певну кількість метрів. При роботі з різними дночерпаками кількість взятих на кожній станції проб буває різною і залежить від складу і кількості бентосу, кількості ґрунту, площі захоплення приладу. Тому при роботі з дночерпаком площею захоплення  $1/25$  м<sup>2</sup> рекомендується брати не менше двох виїмок, а при меншій площі (штангові дночерпачі – не менше 4–5 виїмок.).

Після відбору дночерпак (скребок) з відібраним ґрунтом поміщають у таз, кювету, відкривають його і ґрунт або змивають струменем води або злегка піднімаючи дночерпак над ємністю, звільняють його від проби. Залишки ґрунту на стінках приладу змивають до основної проби. Якщо відібраний ґрунт заповнює дночерпак не повністю, то пробу не враховують і відбір повторюють. Характер ґрунту визначають на кожному пункті відбору проб. Визначення типу донних відкладів, достатнє для цілей біомоніторингу, можна здійснити за наступною схемою: кам'янистий, кам'янисто-піщаний, піщаний, піщано-мулистий, мулисто-піщаний, мулистий, глинистий, задернований, первинний ґрунт тощо.

Для відділення фауни від ґрунту проби, в якій знаходяться бентосні організми, поміщають у таз, після чого круговими рухами змочують, не даючи муті та організмам сісти на дно, воду з тазка або кювети виливають в сачок-промивалку діаметром 20-30 см з мішком із млинового газу. Після цього в таз додають води та дії повторюють. Каламучення та злиття проводять до тих пір, поки вода не стане достатньо чистою, щоб можна було проконтролювати, що з проби вже не вимиваються живі організми. Після цього залишки ґрунту проглядають з метою вилучення молюсків та інших організмів, які не були вимиті в

сачок. Вміст сачка переносять до кювети, де проводиться попередній облік складу організмів. Фіксація промитої проби проводиться 40 %-м розчином формаліну або 700 спиртом.

Весь зібраний і зафіксований матеріал етикетують. На баночці обов'язково ставиться номер проби, для цього використовують наклейки з аптечного пластиру, на якому пишуть водостійким олівцем чи ручкою. Номер заноситься до польового щоденника дослідника, "Польового протоколу" та в експедиційний журнал. Етикетки пишуться на пергаментному папері простим олівцем, після перевірки його стійкості до рідини, якою зафіксовано пробу, та вкладаються безпосередньо в пробу. В етикетці вказуються наступні відомості: номер проби, дату, назву водного об'єкту, координати, умови знаходження (глибина, ґрунт тощо), метод збору матеріалу, прізвище того, хто зібрав матеріал. Бажано мати віддруковані типографським способом бланки етикеток з назвою експедиції та організації, яка проводить біомоніторинг і строками відбору.

Гідрохімічні дослідження. Гідрохімічні дослідження проводяться з метою виявлення гідрохімічних особливостей поверхневих вод, оцінки їх якості, з метою зміни прогнозу результатів реалізації планованої діяльності, а також з метою визначення ступеню засолення.

Відбір проб води. Проби води відбирають батометром Руттнера, або аналогічним пробовідбірним пристроєм з поверхневого горизонту (0,5 м). Відбір і попередня обробка проб донних відкладів. Для відбору проб донних відкладів застосовується дночерпач Петерсена, ківш Ван-Віна, або аналогічний пробовідбірний пристрій. Проби відбирають з верхнього горизонту (0-5 см) і висушують при кімнатній температурі без нагрівання і доступу прямого сонячного світла. Висушені проби просіюють на ситі 1 мм. Визначення величини показників донних відкладів ведуться у розрахунку на 1 г повітряно-сухого ґрунту.

Відбір і попередня обробка проб ґрунту. Відбір проб ґрунту проводиться з верхнього шару 10-20 см. Попередня обробка аналогічна описаній для донних відкладів. Попередня обробка проб води. Проби води для визначення вмісту фотосинтетичних пігментів фітопланктону фільтрують з попереднім доданням суспензії ВаСО<sub>3</sub> через мембранні фільтри № 2 з діаметром пор 0,5 мкм, безпосередньо на місці відбору, або у лабораторних умовах протягом кількох годин після відбору. Фільтри з пробами висушують і зберігають в ексикаторі.

Екстракція пігментів із проб донних відкладів. Для екстракції фотосинтетичних пігментів проби донних відкладів заливають нагрітим 96% етиловим спиртом і екстрагують 2 години без прямого доступу сонячного світла при періодичному струшуванні. Екстракт фільтрують на папері «синя стрічка».

Колориметрування екстрактів. Екстракти колориметрують на довжинах оптичних хвиль 430, 480, 630, 645, 665 і 750 нм. Потім підкислюють і через 15 хвилин знов колориметрують на 665 і 750 нм.

УКРНДІЕП має свідоцтво № 01-0077/2021 від 19 липня 2021, яке засвідчує, що його Аналітичний центр відповідає критеріям атестації відповідно до ДСТУ ISO 10012:2005. Характеристики гідрохімічних методів дослідження надані в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Характеристика методів контролю гідрохімічних показників

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
Поверхневі води			
Масова концентрація амоній-іонів	МВВ № 081/12-0106-03 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом з реактивом Неслера	Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом з реактивом Неслера у поверхневих, підземних та зворотних водах	Метод засновано на реакції взаємодії іонів амонію з тетраїодо-меркуроатом калію у лужному середовищі з утворенням коричневої, нерозчинної у воді йодистої солі. Фотоколориметричним методом вимірюють оптичну густину. За градуовальною характеристикою визначають вміст
Масова концентрація аніонних поверхнево-активних речовин (АПАР)	КНД 211.1.4.017-95 Методика екстракційно-фотометричного визначення аніонних поверхнево-активних речовин АПАР з метиленовим блакитним у природних та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення синтетичних АПАР в природних водах будь-якої мінералізації при вмісті 0,01-0,4мг/дм <sup>3</sup> . При більш високому вмісті АПАР пробу розводять дистильованою водою	Визначення синтетичних АПАР базується на взаємодії з катіонним барвником з утворенням забарвленої комплексної сполуки, яку можна екстрагувати з водного середовища хлороформом. Хлороформний екстракт фотометрують. Оптична густина утвореної сполуки прямо пропорційна концентрації АПАР у воді до 0,4 мг/дм <sup>3</sup>
Біохімічне споживання кисню (БСК <sub>n</sub> )	КНД 211.1.4.024-95 Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК) в природних та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення біохімічного споживання кисню після n днів інкубації (БСК <sub>n</sub> ) промислових стічних вод, очищених стічних і природних вод. Кінцевий результат вимірювання	Метод включає :нейтралізацію досліджуваної проби води та її розведення різними об'ємами води з великим вмістом розчиненого кисню, з аеробними мікроорганізмами, і, в разі потреби, з нітрифікуючими добавками; інкубацію проби протягом певного періоду при певній температурі без доступу повітря та світла у повністю заповненій та закоркованій склянці; визначення концентрації

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
		зумовлений комбінацією хімічних та біохімічних, процесів.	розчиненого кисню до і після інкубаційного періоду методом об'ємного йодометричного титрування.
рН (од рН)	МВВ № 081/12-0317-06 Поверхневі, підземні та стічні води. Методика виконання вимірювань водневого показника рН електрометричним методом	Методика виконання вимірювань водневого показника рН електрометричним методом у поверхневих, підземних та зворотних водах	Метод прямої потенціометрії за допомогою рН метра вимірюють величину рівноважного потенціалу скляного електрода, зануреного у розчин проби, відносно хлорсрібного або каломельного електрода порівняння
Масова концентрація завислих речовин	КНД 211.1.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення суспендованих (завислих) речовин в природних і стічних водах	Метод вимірювання масової концентрація суспендованих речовин полягає в фільтруванні проб води через паперовий або мембранний фільтри, висушуванні проб відфільтрованих частин і зважуванні висушеного осаду
Масова концентрація іонів заліза загального	КНД 211.1.4.034-95 Методика фотометричного визначення загального заліза з ортофенантроліном у поверхневих та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення загального заліза у незабарвлених та мало забарвлених очищених стічних та природних водах	Метод базується на взаємодії іонів двовалентного заліза з фенантроліном з утворенням червоного комплексу, відновленні заліза (III) до заліза (II) з подальшим визначенням світлопоглинання.
Масова концентрація іонів кальцію	МВВ 081/12-0644-09 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації кальцію та магнію титрометричним методом	Методика вимірювання масових концентрацій кальцію та магнію у поверхневих, підземних та зворотних водах	Метод базується на утворенні комплексів кальцію та магнію з трилоном Б. Титрометричним методом вимірюють об'єми розчину трилону Б., які пішли на титрування кальцію з індикатором мурексидом і титрування магнію з індикатором еріохромом чорним Т.

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
Масова концентрація кисню розчиненого	МВВ 081/12-0008-01 Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань розчиненого кисню методом йодометричного титрування за Вінклером	методика виконання вимірювань масової концентрації розчиненого кисню у поверхневих та очищених стічних водах методом йодометричного титрування за Вінклером	Метод вимірювань засновано на взаємодії у лужному середовищі марганцю гідроксиду з розчиненим у воді киснем. Вміст визначають титруванням та розрахунком
Перманганатна окислюваність	МВВ 081/12-0016-01 Поверхневі води. Методика виконання вимірювань перманганатної окислюваності	методика виконання вимірювань перманганатної окислюваності розчинених органічних речовин поверхневих вод суші	Метод вимірювань засновано на окислюваності розчинених органічних речовин з послідуочим титруванням. Розрахунковим методом встановлюють масову концентрацію кисню. Визначенню перманганатної окислюваності в кислому середовищі заважають хлориди при концентраціях вище, ніж 300 мг/дм <sup>3</sup> .
Масова концентрація нітрит-іонів	КНД 211.1.4.023-95 Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення нітрит-іонів у незабарвлених та слабо забарвлених очищених стічних і природних водах	Метод базується на діазотуванні сульфанілової кислоти нітритами та вимірюванні світлопоглинання.
Масова концентрація ортофосфат-іонів	МВВ 081/12-0005-01 Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів у поверхневих та очищених стічних водах	Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів у поверхневих та очищених стічних водах	Метод базується на реакції ортофосфатів-іонів з амонієм молібденовокислим у кислому середовищі у присутності калію сурм'яновинокислого з утворенням фосфорномолібденової гетерополексиди. При додаванні відновника утворюється «молібденова синь». Фотометричним методом вимірюють оптичну густину. За градуальною характеристикою визначають вміст.

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
Масова концентрація сухого залишку	КНД 211.1.4.042-95 Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних і стічних водах	Метод визначення полягає у випаровуванні вологи з профільтрованої проби води, висушуванні залишку і зважуванні його
Хімічне споживання кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95 Методика визначення хімічного споживання кисню ХСК в поверхневих і стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення хімічного споживання (ХСК) в поверхневих і стічних водах	Метод ХСК ґрунтується на окисненні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм двохромовоокислим у кислому середовищі при кип'ятінні
Масова концентрація сульфат-іонів	МВВ 081/12-0007-01 Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів гравіметричним методом	Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів гравіметричним методом у поверхневих і очищених стічних водах	Метод базується на утворенні малорозчинного осаду барію сірчаноокислого при додаванні розчину барію хлористого до проби, що аналізується. Осад відділяють фільтруванням, промивають, висушують та прожарюють до постійної маси. Гравіметричним методом вимірюють масу осаду. Розрахунковим методом встановлюють вміст.
Масова концентрація хлорид-іонів	КНД 211.1.4.037-95 Методика меркурометричного визначення хлоридів в поверхневих і стічних водах	Методика вимірювання масових концентрацій хлоридів у поверхневих і стічних водах	Основою методу є взаємодія хлоридів з іонами ртуті з утворенням малодисоційованої сполуки під час титрування
Зворотні води			
Масова концентрація амоній-іонів	МВВ № 081/12-0106-03 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів	Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом з реактивом Неслера у поверхневих,	Метод засновано на реакції взаємодії іонів амонію з тетраїодо-меркуроатом калію у лужному середовищі з утворенням коричневої, нерозчинної у воді йодистої солі. Фотоколориметричним методом вимірюють оптичну густину. За градуальною характеристикою визначають вміст.

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
	фотоколориметричним методом з реактивом Неслера	підземних та зворотних водах	
<b>Масова концентрація аніонних поверхнево-активних речовин (АПАР)</b>	КНД 211.1.4.017-95 Методика екстракційно-фотометричного визначення аніонних поверхнево-активних речовин АПАР з метиленовим блакитним у природних та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення синтетичних АПАР в природних водах будь-якої мінералізації при вмісті 0,01-0,4мг/дм <sup>3</sup> . При більш високому вмісті АПАР пробу розводять дистильованою водою.	Визначення синтетичних АПАР базується на взаємодії з катіонним барвником з утворенням забарвленої комплексної сполуки, яку можна екстрагувати з водного середовища хлороформом. Хлороформний екстракт фотометрують. Оптична густина утвореної сполуки прямо пропорційна концентрації АПАР у воді до 0,4 мг/дм <sup>3</sup> .
Біохімічне споживання кисню (БСК <sub>n</sub> )	КНД 211.1.4.024-95 Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК) в природних та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення біохімічного споживання кисню після n днів інкубації (БСК <sub>n</sub> ) промислових стічних вод, очищених стічних і природних вод. Кінцевий результат вимірювання зумовлений комбінацією хімічних та біохімічних, процесів.	Метод включає :нейтралізацію досліджуваної проби води та її розведення різними об'ємами води з великим вмістом розчиненого кисню, з аеробними мікроорганізмами, і, в разі потреби, з нітрифікуючими добавками; інкубацію проби протягом певного періоду при певній температурі без доступу повітря та світла у повністю заповненій та закоркованій склянці; визначення концентрації розчиненого кисню до і після інкубаційного періоду методом об'ємного йодометричного титрування.
рН	МВВ № 081/12-0317-06 Поверхневі, підземні та стічні води. Методика виконання вимірювань водного показника рН електрометричним методом	Методика виконання вимірювань водного показника рН електрометричним методом у поверхневих, підземних та зворотніх водах	Метод прямої понтеціометрії за допомогою рН метра вимірюють величину рівноважного потенціалу скляного електрода, зануреного у розчин проби, відносно хлорсрібного або каломельного електрода повір'яння

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
<b>Масова концентрація жирів та масел</b>	МВВ 081/12-0646-09 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації жирів та масел гравіметричним методом	Методика виконання вимірювань масової концентрації рослинних та тваринних жирів і масел, інших ліпідів, а також мінеральних масел у пробах поверхневих, підземних та зворотних вод гравіметричним методом	Метод ґрунтується на екстрагуванні із проби води рослинних та тваринних жирів та масел, інших ліпідів, мінеральних масел, петролейним ефіром, випарюванні петролейного ефіру та гравіметричному вимірюванні і маси залишку; розчиненні зваженого залишку у петролейному ефірі, відділенні полярних сполук на колонці з алюмінію оксидом, випарюванні петролейного ефіру та гравіметричному вимірюванні маси залишку
Масова концентрація завислих речовин	КНД 211.1.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення суспендованих (завислих) речовин в природних і стічних водах	Метод вимірювання масової концентрація суспендованих речовин полягає в фільтрування проб води через паперовий або мембранний фільтри, висушуванні проб відфільтрованих частин і зважуванні висушеного осаду
Масова концентрація іонів заліза загального	КНД 211.1.4.034-95 Методика фотометричного визначення загального заліза з ортофенантроліном у поверхневих та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення загального заліза у незабарвлених та малозабарвлених очищених стічних та природних водах	Метод базується на взаємодії іонів двовалентного заліза з фенантроліном з утворенням червоного комплексу, відновленні заліза (III) до заліза (II) з подальшим визначенням світлопоглинання.
Масова концентрація кисню розчиненого	МВВ 081/12-0008-01 Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань розчиненого кисню методом йодометричного титрування за Вінклером	методика виконання вимірювань масової концентрації розчиненого кисню у поверхневих та очищених стічних водах методом йодометричного титрування за Вінклером	Метод вимірювань засновано взаємодії у лужному середовищі марганцю гідроокису з розчиненим у воді киснем. Вміст визначають титруванням та розрахунком



Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
Масова концентрація нітрит-іонів	КНД 211.1.4.023-95 Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення нітрит-іонів у незабарвлених та слабо забарвлених очищених стічних і природних водах	Метод базується на діазотуванні сульфанілової кислоти нітритами та вимірюванні світлопоглинання.
Масова концентрація ортофосфат-іонів	МВВ № 081/12-0879-13 Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації ортофосфатів фотокolorиметричним методом	Методика виконання вимірювань масової концентрації ортофосфатів фотокolorиметричним методом у поверхневих, підземних та зворотніх водах	Метод базується на реакції ортофосфатів-іонів з амонієм молібденовокислим у кислому середовищі у присутності калію сурм'яовинокислого з утворенням фосфорномолібденової гетерополікислоти. При додаванні відновника утворюється «молібденова синь». Фотометричним методом вимірюють оптичну густину. За градуальною характеристикою визначають вміст.
Масова концентрація сухого залишку	КНД 211.1.4.042-95 Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних та стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних і стічних водах	Метод визначення полягає у випаровуванні вологи з профільтрованої проби води, висушуванні залишку і зважуванні його.
Хімічне споживання кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95 Методика визначення хімічного споживання кисню ХСК в поверхневих і стічних водах	Методика встановлює алгоритм визначення хімічного споживання (ХСК) в поверхневих і стічних водах	Метод ХСК ґрунтується на окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм двохромовокислим у кислому середовищі при кип'ятінні

Показники	Методика вимірювань	Призначення і область застосування	Принцип методу
1	2	3	4
Масова концентрація сульфат-іонів	МВВ № 081/12-0177-05 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титрометричним методом	Методика встановлює алгоритм визначення масової концентрації сульфатів титрометричним методом в поверхневих, підземних і стічних водах	Титрування проводять у кислому середовищі у присутності двократного за об'ємом кількості ацетону або етилового спирту. Масову концентрацію розраховують
Масова концентрація іонів магнію	МВВ 081/12-0644-09 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації кальцію та магнію титрометричним методом	Методика вимірювання масових концентрацій кальцію та магнію у поверхневих, підземних та зворотних водах	Метод базується на утворенні комплексів кальцію та магнію з трилоном Б. Титрометричним методом вимірюють об'єми розчину трилону Б, які пішли на титрування кальцію з індикатором мурексидом і титрування магнію з індикатором еріохромом чорним Т.
Масова концентрація хлорид-іонів	КНД 211.1.4.037-95 Методика меркурометричного визначення хлоридів в поверхневих і стічних водах	Методика вимірювання масових концентрацій хлоридів у поверхневих і стічних водах	Основою методу є взаємодія хлоридів з іонами ртуті з утворенням малодисоційованої сполуки під час титрування.

*Дослідження фітопланктону.* У гідрологічних дослідженнях для опрацювання альгологічних проб використовуються світлові та електронні скануючі й трансмісійні мікроскопи різних марок як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Основна вимога до мікроскопа - це величина збільшення. Для отримання репрезентативних результатів окуляр потрібен мати збільшення  $\times 5-10$ , а об'єктив -  $\times 20-40$ .

Визначення кількісних і якісних показників розвитку фітопланктону. Кількісний розвиток фітопланктону характеризується його чисельністю та біомасою, провідними таксономічними відділами й домінуючими видами.

Для кількісного аналізу фітопланктону розраховують його чисельність та біомасу, вимірюють розміри клітин, а також визначають якісний складі флористичний спектрпланктонних водоростей кожної проби за відповідними альгологічними визначниками.

Чисельність водоростей підраховують у спеціальних лічильних камерах (Нажотта, Горяєва, у наших дослідженнях – Фукса-Розенталя), потім розраховують на  $1 \text{ дм}^3$  ( $1 \text{ л}$ ) води за формулою:

$$N = kn \frac{A}{a} \frac{1000}{V} v, \quad (6.1)$$

де  $N$  - кількість водоростей в  $1 \text{ дм}$  води досліджуваної водойми (головним чином, млн. кл/дм<sup>3</sup>, або тис. кл/дм<sup>3</sup>);  $k$  - коефіцієнт, що показує, у скільки разів об'єм використаної камери менший за  $1 \text{ см}$ ;  $n$  - кількість клітин водоростей на переглянутих доріжках (квадратах) лічильної камери;  $A$  - кількість доріжок (квадратів) лічильної камери;  $a$  - кількість доріжок (квадратів), де підраховувалась кількість водоростей;  $V$  - початковий об'єм проби фітопланктону, відібраної на водоймі, см<sup>3</sup>;  $v$  - об'єм проби після концентрації, см<sup>3</sup>.

Біомасу фітопланктону визначають розрахунково-об'ємним методом. Його використання передбачає наявність даних чисельності конкретно виду водоростей у пробі та лінійних розмірів його клітин. Для визначення розмірів водоростей їх прирівнюють до певних геометричних фігур, найбільш подібних до тієї чи іншої морфологічної форми: куля, паралелепіпед, циліндр, конус, октаєдр тощо. Далі вимірюють необхідні параметри: радіус, діаметр, висоту, довжину. Об'єм клітин визначають за відомими геометричними формулами, використовуючи лінійні розміри конкретної водорості, подібної до певної геометричної фігури.

Лінійні розміри клітин планктонних водоростей вимірюють окуляр-мікрометром з вимірювальною лінійкою. Ціну ділення окуляр-мікрометра визначають за допомогою об'єкт-мікрометра (предметне скло з нанесеною лінійкою, ціна кожного ділення якої дорівнює  $10 \text{ мкм}$ ) індивідуально для кожного мікроскопа та об'єктива. При дослідженні лінійних

розмірів водоростей рекомендується виконувати вимірювання великої кількості екземплярів (10-100) кожного виду, особливо видів-домінантів, з наступною статистичною обробкою отриманих даних.

Припускають, що відносна щільність (до води) прісноводних водоростей становить 1,00-1,05. Вирахувану біомасу особин кожного виду множать на його чисельність і наводять у  $\text{мг/дм}^3$ ,  $\text{г/м}^3$  або  $\text{мг/л}$ . Загальні чисельність і біомасу у пробі фітопланктону підраховують шляхом підсумку чисельності та біомаси кожного виду.

Для характеристики видового різноманіття планктонних водоростей використовується індекс Шеннона, що розраховується як за чисельністю, так і за біомасою фітопланктону, та вимірюється у біт/екз. і біт/мг відповідно. Видове різноманіття й флористичний спектр планктонних водоростей оцінюється за загальною кількістю виявлених видів та їх розподілом за відповідними таксономічними відділами, а також за кількістю видів у створах.

Екстракція пігментів із проб фітопланктону. Шар  $\text{BaCO}_3$  з фітопланктоном кількісно переносять у мірні пробірки, заливають нагрітим 96% етиловим спиртом і розтирають із попередньо промитим розчинником кварцевим піском. Проби екстрагують 2 години без доступу прямого сонячного світла, після чого екстракт очищують центрифугуванням.

*Дослідження зообентосу.* Вивчення стану зообентосу виконуються з метою визначення стану та динаміки стану популяцій бентичних тварин в умовах планованої діяльності з реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на Українській ділянці дельти».

Доставлену в лабораторію пробу зообентосу ретельно відмивають від формаліну і залишків бруду. Чисту пробу викладають у кювету, вибирають організми і розкладають окремо за групами – личинки комах: бабок, одноденок, веснянок, волохокрилець, жуків; молюски, черви-п'явки, олігохети, нематоди. Систематичне положення визначають під бінокулярним мікроскопом чи ручною лупою за допомогою відповідних визначників. Організми кожної групи підраховують, зважують, роблять перерахунок на  $1\text{м}^2$  водойми.

Біомасу визначають зважуванням на лабораторних електронних вагах зточністю вимірів до 0,0001 г, а чисельність – підрахунками окремих екземплярів визначених таксономічних груп. Чисельність та біомасу донних безхребетних перераховують на  $1\text{м}^2$  поверхні. Потім заповнюють картки або журнал за формою, вказавши дату, водойму, номер проби, знаряддя відбору, кількість взятих виїмок.

*Визначення токсичних властивостей води.* В якості обов'язкових методик біотестування для визначення токсичних властивостей води і донних відкладень рекомендується використовувати: методику біотестування за показником загибелі ракоподібних *Daphnia magna* Straus (далі – дафнії) впродовж 96 год для визначення гострої

токсичності води; методику біотестування за показником загибелі ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (далі – церіодафнії) впродовж 48 год для визначення гострої летальної токсичності води; методику біотестування за показниками виживаності і плодючості церіодафній впродовж 7 діб для визначення хронічної токсичності води; методика біотестування за показником інтенсивності росту водоростей *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Vreb (далі – водорості) впродовж 96 год для визначення гострої токсичності води; методики біотестування за показником виживаності риб *Poecilia reticulata* Peters (далі – групи) та *Brachydanio rerio* впродовж 96 год для визначення гострої летальної токсичності води; методику біотестування за показником загибелі личинок комах *Chironomus dorsalis* Meig (далі – хірономіди) впродовж 96 год для визначення гострої токсичності та впродовж 10 діб для визначення хронічної токсичності донних відкладень.

В якості додаткових методик біотестування для визначення токсичних властивостей водирекомендується використовувати: методику біотестування за показником приросту кількості інфузорій *Tetrahymena pyriformis* (Ehrenberg) Schewiakoff (далі – інфузорії) впродовж 24 годин (короткострокове біотестування) та 96 годин (довгострокове біотестування) для визначення токсичності води; методику біотестування за показником загибелі моллюсків - ставковиків *Limnaea stagnalis* (Linne) (далі – ставковики) впродовж 96 годин для визначення гострої токсичності води та за показником загибелі і плодючості впродовж 30-45 діб для визначення хронічної токсичності води; методику біотестування за показником загибелі вищих водних рослин ряски *Lemna minor* L. (далі – ряска) впродовж 7 діб для визначення токсичності води; методику біотестування за показником частоти виникнення домінантних летальних мутацій у мух *Drosophila melanogaster* Mg. (далі – мухи) впродовж 72 годин для визначення генотоксичності води.

*Визначення токсичності води на ракоподібних.* Проби води для визначення токсичності відбирають згідно з ГОСТ 17.1.5.05-85.

## **6.2 Методи аналізу стану довкілля та оцінки впливів**

### ***Оцінювання якості води і екологічного стану поверхневих водних об'єктів.***

З метою визначення рівня техногенного навантаження на стан поверхневих водних об'єктів досліджуваної території, визначення їх ступеню забрудненості використані наступні методики оцінки якості води і екологічного стану поверхневих водних об'єктів, а також зворотних вод у визначених місцях їх скиду у районах, розташованих на забудованих територіях.

Визначення якості природних вод полягала у порівнянні значень показників складу та властивостей досліджуваних зразків води з існуючими нормативними значеннями. Основна класифікація з точки зору ідентифікації забруднень проводилася за фізичним гідрохімічним та мікробіологічним складом.

Фізичні та хімічні методи контролю забруднення полягають у відборі зразків води та визначенні в них концентрацій хімічних елементів або певних характеристик, аномальність значень яких встановлюють стосовно фонового рівня, нормативного значення або гранично допустимих концентрацій. Оцінка фізичного забруднення води проводилася за такими показниками: температура, запах, смак, каламутність, кольоровість, електропровідність. Оцінка фізичних і гідрохімічних показників якості води проводилася за органолептичними показниками (запах, каламутність, кольоровість, плаваючі домішки), інтегральними показниками (ХСК, БСК) кількістю органічних розчинених речовин, сухим залишком, активною реакцією середовища, або рН води, окислюваністю, лужністю, наявністю азотовмісних сполук, фосфатів хлоридів, сульфатів, поверхнево-активних речовин. Фізичні, гідрохімічні методи дозволяють виявляти в акваторії Кілійського гирла розподіл забруднюючих компонентів та контролювати ареал забруднення. Мікробіологічні методи дозволяють оцінити санітарний стан водних об'єктів та їх можливість до самовідновлення.

***Визначення потенційної здатності вод до самоочищення.***

В основу методу визначення потенційної здатності природних вод до самоочищення покладений метод Кнеппа. Сутність методу полягає у визначенні інтенсивності біохімічної трансформації порції тестової лабільної органічної речовини (глюкози) за різницею в витраті кисню в пробах із доданням цієї речовини (БСК<sub>T</sub>) та без неї (БСК<sub>1</sub>).

Для визначення додаткового споживання кисню до тестових склянок додають 1 см<sup>3</sup> розчину глюкози концентрацією 6 мг/см<sup>3</sup>. Склянки з доданою тестовою речовиною та без неї термостатували 24 години при 20<sup>0</sup>С, після чого визначають вміст кисню в пробах за методом Вінклера.

Самоочисну здатність вод ( $Z$ ) визначають, як:

$$Z = БСК_T - БСК_1 \quad (6.2)$$

Показник самоочисної здатності вод обчислюється також у відносних одиницях:

$$Z_{\text{вдн}} = \frac{БСК_T - БСК_1}{БСК_1} = \frac{Z}{БСК_1} \quad (6.3)$$

Обчислюється також відношення  $Z/O_2$ , для визначення частки кисню, що за умов досліду витрачалася на окислення органічних речовин.

Для оцінки використовується спеціальна оцінкова шкала, або шкала коефіцієнту EQR

(відхилення від референційних чи фонових значень).

*Визначення пероксидазної активності донних відкладів і ґрунту.*

Пероксидази (донор:  $\text{H}_2\text{O}_2$  – оксидоредуктази КФ 1.11.1.7) каталізують окислення поліфенолів у присутності перекису водню або органічних перекисів. Роль пероксидаз полягає в активуванні перекисів, бо самі перекиси на феноли мають слабку окислювальну дію. Пероксидази мають обмежену специфічність, тому що діють на значне число різноманітних фенолів і ароматичних амінів: пірогаллол, гідрохінон, пірокатехін тощо. Пероксидази приймають також участь у деяких реакціях конденсації речовин.

За основу при визначенні пероксидазної активності донних відкладів було взято методику Карягіної Л.А. та Михайлової Н.М., з урахуванням методики Галстяна А.Ш. У ході аналізу використовують гідрохінон, як акцептор кисню. Під дією кисню перекису водню гідрохінон окислюється у бензохінон у присутності пероксидази. Далі проводиться екстракція бензохінону доданням 96 % етилового спирту і колориметричне визначення кількості утвореного бензохінону при довжині хвилі 400 нм.

Як контроль на екстракцію забарвлених сполук використовуються додаткові проби, у які замість реактивів додається дистильована вода.

Активність пероксидаз визначають у мг бензохінону, який виділився за умов проведення досліду за 1 годину на 1 г проби:

$$A = k \frac{K \cdot d}{L \cdot t \cdot m} \quad (6.4)$$

де:  $K$  – тангенс кута нахилу калібрувального графіку «концентрація : оптична щільність»,  $m$  – наважка ґрунту  $d$  – оптична щільність розчину,  $L$  – товщина кювети,  $t$  – час експозиції проб,  $k$  – коефіцієнт пропорційності.

Для оцінки використовується спеціальна оцінкова шкала, або шкала коефіцієнту EQR (відхилення від референційних чи фонових значень).

*Визначення дихання ґрунту.* Наважку природно-вологого ґрунту, яка відповідає 5 г повітряно-сухого ґрунту, поміщують у марлевий мішечок, підвішений до пробки інкубаційного посуду на 300 мл, на дно якого наливають 50 мл 0,1 Н розчину луги для поглинання вуглекислого газу. Інкубаційні посуду витримують у термостаті при температурі 27 °С 24 години. Надлишок луги відтитрують 0,1 н кислотою в присутності фенолфталеїну. Інтенсивність виділення ґрунтом вуглекислого газу вимірюється у мг на 100 г ґрунту за годину. Для оцінки використовується спеціальна оцінкова шкала, або шкала коефіцієнту EQR (відхилення від референційних або фонових значень).

Радіогідрогеологічні дослідження можуть виконуватися з метою якісної оцінки підземних вод і територій на радіоактивність, виявлення радіогідрогеологічних і радіометричних аномалій та закономірностей розповсюдження в підземних водах радіоактивних елементів (урану, радію та радону) – проводяться лише при необхідності.

У частині об'єктів, що охороняються Бернською конвенцією, оцінюють вплив на природні оселища всіх типів, водних видів тварин, а також на рибне населення і передусім на прохідні види риб. У разі спорудження водойм ГЕС у природних елементах рельєфу – оцінити вплив на види рослин і тварин та природні оселища територій, що затоплені.

Проведення робіт з розчищення і днопоглиблення русла та дна річок, берегоукріплення, зміни і стабілізації стану русел річок;

Окрім стандартних, деталізувати такі впливи:

- Вплив у вигляді потенційної зарегульованості водного об'єкта (на гідрологічний режим, фізичний стан та хімічний склад вод, течії, оселища, флору та фауну)
- Вплив берегових та підводних будівельних робіт та переміщення берегового та донного ґрунту і відкладень (на ґрунти, в місцях складування донних ґрунтів та решток, та безпосередньо донні ґрунти, на повітря у випадку складування донних ґрунтів та решток на суходолі, на водні об'єкти та течії в них, на фізичний стан та хімічний склад вод, на мікроклімат, ландшафти, берегову та підводну ерозію, оселища, флору та фауну).
- Вплив використаних при берегоукріпленні матеріалів та технологій, зокрема в процесі подальшого старіння та руйнування матеріалів – на ґрунти, гідрологічний режим та зарегульованість русла річки, на фізичний стан та хімічний склад її вод, на ландшафти, оселища, флору та фауну річки та її берегів і заплави та навколишніх територій.
- Вплив пошкодження природного ложа річки – на підземні води, водоносні горизонти та живлення річки, на гідрологічний режим річки та втрату вод через пошкодження дна, на течії в річці внаслідок зміни ландшафту дна, на мікроклімат, на фізичний стан та хімічний склад вод, на водні оселища, на флору і фауну. А також оцінка можливості впливу через вселення інвазивних видів внаслідок значного порушення річкової екосистеми.

**Визначення якості води та екологічного стану водойм за фітопланктоном.** Оцінка якості води (ступеню забрудненості) виконується за біомасою фітопланктону та індексом сапробності методом Пантле-Букка у модифікації Сладечека – як для екологічної оцінки за окремими показниками, так і для узагальненої екологічної оцінки (табл. 6.6, 6.7).



**Таблиця 6.6 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями.**

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7	
Гідробиологічні: Біомаса фітопланктону, мг/дм <sup>3</sup>	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	>50,0	
Біоіндикація								
Індекс сапробності за Пантле-Букком	<1,0	1,0-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	3,1-3,5	>3,5	
Трофність (переважаючий тип)	оліготрофні	мезотрофні		евтрофні		політрофні	гіпертрофні	
	оліготрофні, оліго-мезотрофні	мезотрофні	мезо-евтрофні	евтрофні	ев-політрофні	політрофні	гіпертрофні	
Сапробність	олігосапробні		β-мезосапробні		α-мезосапробні		полісапробні	
	β-олігосапробні	α-олігосапробні	β'-мезосапробні	β''-мезосапробні	α'-мезосапробні	α''-мезосапробні	полісапробні	

**Таблиця 6.7 Класи та категорії якості поверхневих вод України за екологічною класифікацією.**

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Назва класів і категорій якості вод за їхнім станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані	
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані	
Назва класів і категорій якості вод за ступенем чистоти / забрудненості	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні	
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні	

У випадках суттєвого розвитку фітопланктону, особливо синьозелених водоростей, за біомасою фітопланктону визначають ступені цвітіння водизгідно з класифікацією:

– I ступінь (початкове цвітіння води – біомаса менше 1 мг/дм<sup>3</sup>) – екологічно нешкідливі концентрації;

– II ступінь (слабке цвітіння води – біомаса 1-4,0 мг/дм<sup>3</sup>) – екологічно нешкідливі концентрації, які викликають деяке погіршення якості води;

– III ступінь (помірне цвітіння води – біомаса 5-10 мг/дм<sup>3</sup>) – концентрації, які призводять до істотного погіршення якості води, але такі, що сприяють підтримці високої біопродуктивності водойм;

– IV ступінь (сильне цвітіння води - біомаса 11-50 мг/ дм<sup>3</sup>) – екологічно небезпечні концентрації, які викликають значне біологічне забруднення, заморні явища;

– V ступінь (дуже сильне цвітіння води – гіперцвітіння – біомаса більше 50 мг/ дм<sup>3</sup>) – нагонні концентрації, які обумовлюють інтенсивне забруднення водних мас, екологічно небезпечні, токсичні.

*Математична обробка* отриманих даних здійснюється за допомогою стандартних методів, реалізованих у пакеті програм Microsoft Excel, візуалізація опрацьованих даних виконується шляхом побудови графіків і діаграм за допомогою програм Microsoft Excel.

Токсичність води. Токсичність води визначають за допомогою методик біотестування на ракоподібних дафніях і церіодафніях у короткострокових (визначення гострої токсичності) та на церіодафніях у довгострокових (визначення хронічної токсичності) експериментах.

*Визначення гострої токсичності води на ракоподібних Daphnia magna Straus.*

Методика визначення гострої токсичності ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблих дафній у воді, що аналізується (дослід), та у воді, яка не містить токсичних речовин (контроль).

Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50 і більше відсотків дафній у досліді порівняно з контролем за 96 год біотестування.

Вживаність дафній у контролі повинна складати не менше 90 %.

Результати враховують, якщо під час біотестування кількість загиблих дафній у контролі не перевищувала 10 %.

За результатами підрахунку кількості живих дафній у контролі та досліді визначають середні арифметичні, які використовують для розрахунку кількості загиблих дафній у досліді відносно контролю за формулою:

$$A = \frac{\overline{Xk} - \overline{Xd}}{\overline{Xk}} 100, \quad (6.5)$$

де A - кількість загиблих дафній у досліді відносно контролю, %;

$\overline{Xk}$  - середнє арифметичне кількості живих дафній у контролі, екземпляри;

$\overline{Xd}$  - середнє арифметичне кількості живих дафній у досліді, екземпляри.

Вода виявляє гостру токсичність, якщо A становить 50 і більше відсотків дафній. У цьому випадку для кількісної оцінки токсичності проби води встановлюють кратність середнього летального розбавлення за 96 год біотестування - ЛР<sub>50-96</sub>.

Для розрахунку середнього летального розбавлення проби води відсоток загиблих дафній у досліді відносно контролю виражають в умовних одиницях - пробітах, а розбавлення проби води - в десяткових логарифмах.

Якщо проба води не виявляла гострої токсичності, тобто в нерозбавленій пробі кількість загиблих дафній становила менше 50 %, значення ЛР<sub>50-96</sub> приймають рівним 0,50.

*Визначення токсичності води на ракоподібних Ceriodaphnia affinis Lilljeborg*

Для визначення рівня гострої летальної токсичності води обчислюють середнє арифметичне рівнів гострої летальної токсичності окремих проб води.

Рівень гострої летальної токсичності окремої проби води (РТ<sub>Г</sub>) визначають за формулою

$$РТ_{Г} = k \cdot ЛР_{50-48}, \quad (6.6)$$

де k - коефіцієнт, урахування якого забезпечує виживаність тест-об'єктів на рівні близько 100 %, його значення дорівнює 2;

ЛР<sub>50-48</sub> - експериментально встановлена кратність середнього летального розбавлення окремої проби води.

РТ<sub>Г</sub> виражають в умовних одиницях гострої летальної токсичності (ОТ<sub>Г</sub>) через кратність розбавлення води, за якою забезпечується виживаність близько 100 % тест-об'єкта.

Якість води оцінюють за рівнем її гострої летальної токсичності відповідно до класифікаційної шкали (таблиця 6.8).

**Таблиця 6.8 - Класифікація води за рівнями гострої летальної токсичності**

Клас токсичності води	Ступінь токсичності	Рівень гострої летальної токсичності, ОТ <sub>Г</sub>
I	нетоксична	1,0
II	слаботоксична	1,1-3,0
III	середньотоксична	3,1-5,0
IV	високотоксична	5,1-10,0
V	надзвичайно токсична	більше 10,0

*Визначення хронічної токсичності води для церіодафній.*

Тривалість біотестування становить (7 ± 1) діб.

Результати враховують, якщо під час біотестування кількість загиблих церіодафній у контролі не перевищувала 10 %.

Після закінчення біотестування підраховують кількість вихідних самок, що вижили, і кількість молоді, що народилася, у розрахунку на одну самку у кожній повторності контролю та досліду.

Статистичну значимість різниці між дослідом і контролем за показниками виживаності та плодючості встановлюють за двухвибірковим критерієм Ст'юдента ( $t_{Г\text{exp}}$ ), який

використовують для перевірки гіпотези щодо рівності середніх двох незалежних вибірок. Для цього розраховують величину  $t_{факт}$  і порівнюють її з табличним значенням критерію для відповідних рівня ймовірності та числа ступенів свободи  $v$ .

Значення  $t_{факт}$  знаходять за формулою

$$t_{факт} = \frac{\overline{X}_к - \overline{X}_д}{\sqrt{S_к^2 + S_д^2}}, \quad (6.7)$$

де  $\overline{X}_к$ ,  $\overline{X}_д$  - середні арифметичні показників виживаності або плодючості у контролі та досліді;

$S_к$ ,  $S_д$  - похибки середніх арифметичних у контролі та досліді.

Значення  $t_{табл}$  за вірогідної ймовірності 0,95 і числі ступенів свободи  $v = n_к + n_д - 2$  наведено в таблиці 6.9.

**Таблиця 6.9 - Значення критерію Ст'юдента**

<b>Число ступенів свободи</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
$t_{табл}$	2,20	2,18	2,16	2,14	2,13	2,12	2,11	2,10	2,09	2,09

Рівень хронічної токсичності ( $PT_x$ ) виражають в умовних одиницях хронічної токсичності ( $OT_x$ ) через мінімальну кратність розбавлення, за якою хронічна токсичність води не виявляється.

Якість води оцінюють за рівнем її хронічної токсичності відповідно до класифікаційної шкали (таблиця 6.10).

**Таблиця 6.10 - Класифікація якості води за рівнями хронічної токсичності**

<b>Клас якості води</b>	<b>Ступінь забрудненості</b>	<b>Рівень хронічної токсичності, <math>OT_x</math></b>
I	чиста	1,0
II	слабозабруднена	1,1-2,0
III	помірно забруднена	2,1-4,0
IV	брудна	4,1-8,0
V	дуже брудна	більше 8,0

*Визначення гострої летальної токсичності води на рибах.*

Методика визначення гострої летальної токсичності води на рибах ґрунтується на встановленні різниці між загибеллю риб у воді, що аналізується (дослід), та у воді, яка не містить токсичних речовин (контроль).

Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50 і більше відсотків риб у досліді порівняно з контролем за 96 годин біотестування.

*Визначення гострої летальної токсичності води на гупні *Poecilia reticulata* Peters.*

Для визначення гострої летальної токсичності пробу води та її розбавлення розливають у посудини. У кожен з дослідних і контрольних посудин висаджують по 10 екземплярів гуппи віком 1-4 тижні. Щодоби у дослідних і контрольних посудинах підраховують живих риб і вилучають загиблих. Загиблими вважають риб, які не подають ознак руху або дихання при доторканні до них скляною паличкою. Тривалість біотестування становить 96 годин.

На підставі підрахунку кількості живих риб у контролі та досліді визначають середні арифметичні, які використовують для розрахунку кількості загиблих риб у досліді відносно контролю за формулою:

$$A = \frac{\bar{X}_K - \bar{X}_D}{\bar{X}_K} \cdot 100, \quad (6.8)$$

де  $A$  - кількість загиблих риб у досліді відносно контролю, %;

$\bar{X}_K$  - середнє арифметичне кількості живих риб у контролі, екземпляри;

$\bar{X}_D$  - середнє арифметичне кількості живих риб у досліді, екземпляри.

Вода виявляє токсичність, якщо величина  $A$  становить 50% і більше. У цьому випадку для кількісної оцінки токсичності води встановлюють її середнє летальне розбавлення за 96 годин біотестування -  $LP_{50-96}$ .

Для розрахунку середнього летального розбавлення відсоток загиблих риб у досліді відносно контролю виражають в умовних одиницях - пробітах, а розбавлення проби води - у десяткових логарифмах.

**Оцінка біотопів.** Національний статус біотопу – зазначається належність угруповань обстеженого біотопу до Зеленої книги України.

Покриття ярусів біотопу – вказується оцінка покриття ярусів у лісовому біотопі на обстеженій ділянці, в такому порядку: ярус Е3 – дерева (проективне покриття дерев), Е2 – чагарники, Е1 – трави та Е0 – мохи з точністю до 1%.

Висота над рівнем моря – вказується діапазон висот над рівнем моря в лісовому біотопі (максимальна та мінімальна).

Крутизна схилу – вказується усереднений нахил лісового біотопу на обстеженій ділянці у відсотках (або у градусах).

Експозиція – вказується переважаюча експозиція лісового біотопу на обстеженій ділянці у 8 основних напрямках (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). У випадку нульової крутизни вказується Північ (N).

Користувач – вказується користувач лісових земельних ділянок

A1 Древа – вказується приблизна сумарна участь дерев товщиною на висоті 1,3 м до 7 см (з урахуванням площі проєкцій крон) у відсотках. Розрізняють сумарну участь природних лісів, штучних деревних насаджень та інвазійних дерев.

A2 Трави та кущі – вказується сумарне покриття трав'янистих рослин та кущів на ПМЛ у двох категоріях – природні та інвазійні.

B1 Вікова структура – вказується спрощена інформація про вік лісового біотопу на ПМЛ. Спочатку оцінюються одновікові сегменти (диференціація віку деревостану до 20 років), потім різновікові сегменти (диференціація віку деревостану від 20 до 50 років) і дуже різновікові сегменти (диференціація віку деревостанів понад 50 років) та визначається їх частка відносно площі усього лісового біотопу на ПМЛ. Для кожної категорії вказується діапазон оцінюваного віку покриття (мінімальний та максимальний) та стадії заростання. У даному випадку мова йде про оцінюваний вік деревостану загалом, а не про окремі дерева, тому наймолодші або найстарші особини повинні становити істотну (не менше 5%) частку.

B2 Омолодження – вказується сумарне покриття відновленого лісу в розподілі на природне та штучне відновлення, окремо виділяються інвазійні види (разом).

B3 Структура – вказується узагальнена інформація про оцінку вертикальної структури лісового біотопу на ПМЛ. Розрізняються однарусні деревостани (що складаються лише з одного ярусу крон, допускається диференціація висоти дерев до розміру 1/3 висоти, як правило мова йде про одновікові та однорідні деревостани), двоярусні (має два різні виразні горизонтальні під'яруси крон, під головним під'ярусом знаходиться наступний, який належить до іншого деревного або вікового класу, є життєздатним і добре розвиненим) і багатоярусні (має більше ярусів крон, які є різновіковими і різновидовими). Частина ПМЛ, які є однарусними, навіть якщо вони різного віку, підсумовуються.

B4 Великі та особливо цінні дерева – вказується кількість особин, що знаходяться в лісовому біотопі на ПМЛ, які а) своєю товщиною істотно відрізняються від оточуючих особин. Вони повинні походити з покоління, яке передувало нинішньому поколінню, і їх товщина повинна бути у понад 1,8 разів більше, ніж середня товщина ( $d_s$ ). б). Особливо цінними є дерева, що мають велику природну цінність, які своєю формою або властивостями утворюють сприятливі умови для рідкісних організмів. До таких, наприклад, відносять дуплисті, великі та розлогі дерева, а також цінні екземпляри рідкісних деревних порід. У формуляр записується кількість таких дерев в шт./га.

В5 Великий сухостій – вказується кількість великих мертвих дерев у лісовому біотопі на ПМЛ. Оцінюються стоячі і повалені мертві дерева, що перевищують встановлені межі. Ліміт довжини – 3 м, однаковий для всіх біотопів. Ліміт товщини мертвого дерева – 40 (30) см посередині колоди для лежачих, або на висоті 1,3 м для стоячих дерев (POLÁK, SAXA2005). У формуляр записується результати підрахунку в шт./га.

С1 Життєвість – оцінюється на основі стану крон та стовбурів дерев на ПМЛ, а також їх фізіологічних проявів. Прояв фізіологічного процесу оцінюється шляхом оцінки стану асиміляційних органів, змін у їх розмірі і кольорі (пожовтіння), кількості генеративних органів чи плодів. У стандартних полях потенційний найкращий статус по відношенню до природного середовища проживання (крайні позиції і нижче) коливається від 0 до 3. Розрізняються чотири категорії ступенів пошкодження:

0 Здоровий – переважання особин без пошкодження стовбурів і коренів з редукцією крон (асиміляційного апарату) до 20%.

1 Трохи погіршений – переважання особин з невеликим пошкодженням стовбурів, коренів і крон, без впливу на фізіологічні процеси дерев.

2 Помірно погіршений – переважання особин з сильно пошкодженими ділянками дерев, що впливають на фізіологічні процеси у деревині, але з можливістю їх відновлення (розривні рани на стовбурах та кореневі нарости, регенерація крони з пошкодженням до 50%).

3 Значно погіршений – переважання особин зі значними пошкодженнями з довготривалими наслідками, що впливають на фізіологічні процеси у деревині (грибкові захворювання стовбурів, всихання крон, відмирання особин).

С2 Негативний вплив навколишнього середовища – оцінюється ізольованість та оточення території антропогенно порушеними (трансформованими) біотопами або іншими площами, які можуть прямо або опосередковано здійснювати негативний вплив.

Потенційні загрози планованої діяльності – вказуються окремі види діяльності. Біля кожного виду вказується оцінка впливу (низький, середній, високий). Окремо оцінюється поточний вплив, а також передбачувана майбутня загроза.

Якість біотопу – оцінюється загальна якість біотопу (як простий індикатор для порівняння з автоматично розрахованим станом за критеріями та індикаторами сприятливого стану біотопів). Вказується частка біотопу на обстеженій ділянці в хорошому, або в поганому стані.

Перспективи біотопу – оцінюються перспективи майбутнього стану лісового біотопу по відношенню до сучасного стану, сучасних впливів та майбутніх загроз. Позитивна оцінка розглядається як хороші перспективи, негативна – як погані, неоднозначні і сумнівні, або невідомі.

*Методи оцінки екологічного стану водного середовища за допомогою геоінформаційної системи (ГІС)*

В аналітичній підсистемі геоінформаційної технології (ГІС) передбачена комплексна оцінка якості річкових вод, що включає:

- 1) методика, що базується на використанні індексу забруднення води (ІЗВ);
- 2) методика, що базується на використанні коефіцієнта забрудненості (КЗ);
- 3) методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями якості.

Для комплексної оцінки якості поверхневих вод використовується індекс забруднення вод. Розрахунок ІЗВ проводиться за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_i \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (5.1)$$

де  $C_i$  – значення показників якості води, мг/дм<sup>3</sup>,  $ГДК_i$  – їх гранично допустимі концентрації, мг/дм<sup>3</sup>,  $n$  – кількість показників.

При комплексному оцінюванні якості морських вод кількість показників ( $n$ ) приймається рівної 4, причому обов'язковим показником є вміст розчиненого кисню. Таким чином, для розрахунку ІЗВ у випадку морських вод використовуються значення концентрацій 3-х пріоритетних забруднюючих речовин і вміст розчиненого кисню.

При комплексному оцінюванні якості поверхневих вод суші  $n$  приймається рівним 6, тобто для розрахунку ІЗВ використовується значення 6-ти показників якості води. Крім вмісту розчиненого кисню, обов'язковими показниками в цьому випадку є також водневий показник рН і БСК-5. Крім того, при розрахунку ІЗВ для поверхневих вод суші, як й у випадку морських вод, використаються концентрації 3-х пріоритетних забруднюючих речовин.

Залежно від значень ІЗВ як для морських вод, так і для поверхневих вод суші, встановлені 7 класів якості води. Однак границі значень ІЗВ для різних класів якості води відрізняються (табл. 6.11).



**Таблиця 6.11 – Значення індексу забруднення води (ІЗВ) і відповідні йому класи якості води**

Класи якості води	Опис класів	Діапазон значень ІЗВ	
		для поверхневих вод	для морських вод
I	Дуже чиста	< 0,2	< 0,25
II	Чиста	0,2 ÷ 1,0	0,25 ÷ 0,75
III	Помірно забруднена	1,0 ÷ 2,0	0,75 ÷ 1,25
IV	Забруднена	2,0 ÷ 4,0	1,25 ÷ 1,75
V	Брудна	4,0 ÷ 6,0	1,75 ÷ 3,0
VI	Дуже брудна	6,0 ÷ 10,0	3,0 ÷ 5,0
VII	Надзвичайно брудна	> 10,0	> 5,0

Методика, що базується на використанні коефіцієнта забрудненості, використовується для комплексної оцінки якості поверхневих вод. Розрахунок  $KЗ$  проводиться за наступною формулою:

$$KЗ = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} N_i^{ГДК}, \quad (6.9)$$

де  $N_i^{ГДК}$  – кратність перевищення рибогосподарських ГДК в пункті спостережень:

$$N_i^{ГДК} = \begin{cases} \frac{C_i}{ГДК_i}, & \text{при } C_i > ГДК_i \\ 1 & \text{при } C_i \leq ГДК_i \end{cases}. \quad (6.10)$$

Даний показник розраховується для 10-ти речовин з найгіршими значеннями  $N_i^{ГДК}$ . Залежно від значень  $KЗ$  для поверхневих вод суші встановлені 5 класів якості води. Межі значень  $KЗ$  для кожного з встановлених класів наведені у табл. 6.12.

**Таблиця 6.12 – Значення коефіцієнта забрудненості (КЗ) і відповідні йому класи якості води**

Діапазони значень КЗ	Класи якості води
1	чисті
1 - 2,5	слабко забруднені
2,5 – 5	помірно забруднені
5 – 10	брудні
> 10	дуже брудні

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями якості застосовується для поверхневих вод. В даній методиці використовується 3 групи (блоки) показників:

- 1) за критеріями забруднення компонентами сольового складу,
- 2) за трофосапро-біологічними (еколого-санітарними) критеріями,
- 3) за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод проводиться в 3 етапи:

- на першому етапі середні значення кожного показника зіставляються з відповідними критеріями якості води, що наведені в таблицях системи екологічної класифікації (табл. 6.13-6.15). На основі проведеного зіставлення середніх значень для кожного показника окремо визначаються класи та категорії якості води;

- на другому етапі для кожного блоку обчислюються середні та максимальні блокові індекси, які відповідно рівні середньому та максимальному значенням категорій якості води, визначених за окремими показниками блоку;

- на третьому етапі обчислюються середні й максимальні екологічні індекси.

В геоінформаційній системі (ГІС) для реалізації методики екологічної оцінки використовується математичний алгоритм, який укладається в наступній послідовності операцій.

**Таблиця 6.13 – Класифікація якості прісних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу**

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/дм <sup>3</sup>							
Сума іонів	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
Хлориди	≤20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	>300
Сульфати	≤50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	>300

Кожному із трьох наведених вище блоків ставиться у відповідність матриця  $P_{jk}^i$ , де  $i = 1 \div 3$  – номер блоку,  $j = 1 \div n_i$  – номер показника в блоці,  $n_i$  – кількість показників у блоці

$i, k = 1 \div 7$  – категорія якості води. Компонентами матриць  $P_{jk}^i$  є верхні границі значень показників для відповідних категорій якості води.

Оцінка категорій якості води за окремими показниками визначається:

$$B_j^i = \begin{cases} 1, & C^j \leq P_{j1}^i \\ k, & P_{j(k-1)}^i < C^j \leq P_{jk}^i, \end{cases} \quad (6.11)$$

де  $B_j^i$  – категорія якості води за показником  $j$  у блоці  $i$ ;  $C^j$  – значення показника  $j$ .

**Таблиця 6.14 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними (еколого - санітарними) критеріями**

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Показники								
<b>Гідрофізичні</b>								
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100	
Прозорість, м	>1,50	1.00-1.50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20	
<b>Гідрохімічні</b>								
Водневий показник рН	6,9-7,0 7,1-7,5	6,7-6,8 7,6-7,9	6,5-6,6 8,0-8,1	6,3-6,4 8,2-8,3	6,1-6,2 8,4-8,5	5,9-6,0 8,6-8,7	<5,9 >8,7	
Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50	
Азот нітритний, мг N/дм <sup>3</sup>	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,010	0,011-0,020	0,021-0,050	0,051-0,100	>0,100	
Азот нітратний, мг N/дм <sup>3</sup>	<0,20	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-2,50	>2,50	
Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	<0,015	0,015-0,030	0,031-0,050	0,051-0,100	0,101-0,200	0,201-0,300	>0,300	
Розчинений кисень, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	>8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0	
% насичення	96-100 101-105	91-96 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	40-60 141-150	<40 >150	
Перманганатна окислюваність, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15	15,1-20	>20,0	
Біхроматна окислюваність, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60	

БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12	>12,0
<b>Гідробіологічні</b>							
Біомаса фітопланктону, мг/дм <sup>3</sup>	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1- 10,0	10,1- 50,0	>50,0
Індекс самоочищення- самозабруднення (A/R)	1,0	0,9 1,1	0,8 1,2	0,7 1,3-1,5	0,6 1,6-2,0	0,5 2,1-2,5	<0,5 >2,5

Розраховується середнє значення категорії якості води:

$$q_i^s = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j B_j^i}{\sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j}, \quad (6.12)$$

де коефіцієнти  $\alpha_j$  визначаються відповідно правилу:

$$\alpha_j = \begin{cases} 1, B_j^i - \text{відомо} \\ 0, B_j^i - \text{невідомо} \end{cases}. \quad (6.13)$$

Середні значення категорій якості чисельно дорівнюють блоковим індексам  $q_i^s$ .

**Таблиця 6.15 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм вмісту специфічних речовин токсичної дії**

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод							
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Кадмій	<0.1	0.1	0,2	0,3-0,5	0.6-1,5	1,6-5.0	>5,0
Мідь	<1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50
Цинк	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Свинець	<2	2-5	6-Ю	11-20	21-50	51-100	>МЗО
Хром (загальний)	<2	2-3	4-5	6- 10	11-25	26-50	>50

Нікель	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Миш'як	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Залізо (загальне)	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Марганець	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	>100
Нафтопродукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250

Максимальні блокові індекси  $q_i^m$  визначаються як максимальні значення категорій по показниках даного блоку:

$$q_i^m = \max_j B_j^i. \quad (6.14)$$

Далі обчислюються середні й максимальний екологічні індекси. Середній екологічний індекс обчислюється як середньоарифметичне середніх блокових індексів:

$$I_E^s = \frac{\sum_{i=1}^3 q_i^s}{3}. \quad (6.15)$$

Максимальний екологічний індекс обчислюється як середньоарифметичне максимальних блокових індексів:

$$I_E^m = \frac{\sum_{i=1}^3 q_i^m}{3}. \quad (6.16)$$

Для кожного блокового індексу та для екологічного індексу визначається категорія якості води (табл. 6.16). Для цього значення індексу округляється до найближчого цілого.

**Таблиця 6.16 – Класи та категорії якості України за екологічною класифікацією поверхневих вод суші та естуаріїв**

Клас якості	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані	
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані	
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні	
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні	
Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні	
	Оліготрофні-оліго-мезотрофні	Мезотрофні	Мезо-евтрофні	Евтрофні	Ев-політрофні	Політрофні	Гіпертрофні	
Сапробність	Олігосапробні		β – мезосапробні		α- мезосапробні		Полісапробні	
	β -олігосапробні	α - олігосапробні	β' -мезосапробні	β'' - мезосапробні	α'- мезосапробні	α''- мезосапробні	Полісапробні	

Таким чином методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями якості характеризує якість води з точки зору екологічного стану.

Дослідження виконуватимуться на заключному етапі роботи.

#### ***Проведення оцінки екологічного стану водного середовища***

Прийнята методологія проведення оцінки сучасного стану середовища у складі еколого-гідрогеологічних вишукувань розроблена з врахуванням двох підходів до оцінювання екологічного стану підземних і поверхневих вод та до вирішення проблем, які можуть виникати в умовах планованої діяльності, а саме: *якісного* та *кількісного*.

1. *Якісний підхід* забезпечить екологічну виправданість та доцільність реалізації планованої діяльності на основі аналізу відповідності цілей цієї діяльності регіональним екологічним цілям і виконується шляхом:

- оцінки ступеня врахування цілей запланованої діяльності, пов'язаної з реконструкцією об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти», в регіональних екологічних цілях;
- визначення впливів на водне середовище;

- оцінки поточного екологічного стану підземних і поверхневих вод та визначення тенденції його зміни в часі (трендовий аналіз);
- визначення і обґрунтування водоохоронних заходів та забезпечення прийняттого екологічного стану водного середовища в районі проведення планованої діяльності.

Якісний підхід дозволяє визначити загрози формування несприятливої екологічної ситуації з урахуванням стану водного середовища в умовах реалізації планованої діяльності та обрати систему екологічного регулювання, на основі якого визначені і, при необхідності, скориговані процеси проведення запланованої діяльності.

Якісний підхід передбачає проведення SWOT-аналізу з використанням великого масиву інформації, що дозволить встановити зв'язки між сильними і слабкими сторонами з зовнішніми загрозами і можливостями та провести аналіз можливостей збереження екологічно прийняттого стану підземних і поверхневих вод в післяпроектний період.

Результати SWOT-аналізу представлені в вигляді опису якісного стану водного середовища з урахуванням режиму підземних та поверхневих вод.

2. *Кількісний підхід* передбачає об'єктивну оцінку наслідків реалізації планованої діяльності на водне середовище з одержанням кількісних характеристик і виконується шляхом:

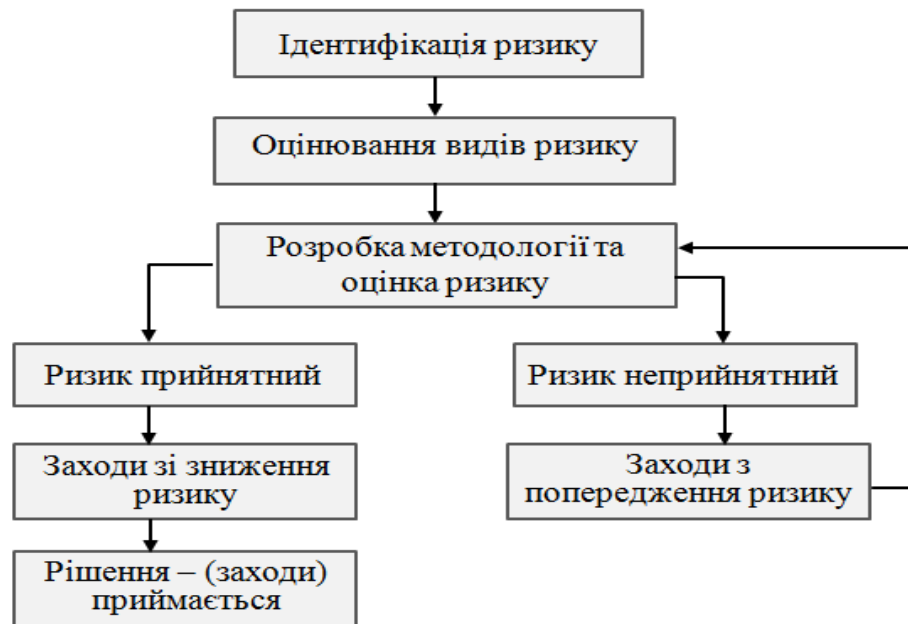
- прогнозування зміни в часі впливів на водне середовище днопоглиблювальних робіт в Кілійському рукаві з кількісним визначенням їх інтенсивності і масштабів;
- розробки водоохоронних заходів з метою профілактики, повного нівелювання або пом'якшення впливів планованої діяльності для забезпечення умов екологічно прийняттого стану поверхневих і підземних вод;
- прогнозування екологічного стану водного середовища на території проведення еколого-гідрогеологічних вишукувань з врахуванням реалізації водоохоронних заходів;
- надання пропозицій щодо розробки програми та організації післяпроектного екологічного моніторингу підземних і поверхневих вод та умов його реалізації.

Кількісний підхід передбачається виконувати з використанням аналітичних розрахункових методів, методів математичного та ймовірнісного (статистичного) моделювання.

Одержані розрахункові кількісні характеристики є основою при обґрунтуванні критеріїв безпечності планованої діяльності.

*Методологія оцінки екологічного ризику для водного середовища*

Оцінка екологічного ризику проводиться за наступною схемою (рисунок 6.1).



**Рисунок 6.1 – Схема визначення екологічного ризику**

З метою визначення ризиків впливу процесів планованої діяльності на водне середовище встановлені такі види ризиків: ризик для здоров'я людини при контакті з токсичними речовинами, які присутні в підземних і поверхневих водах, та ґрунтах (загроза здоров'ю при надходженні в організм добової дози речовини); ризик забруднення підземних вод\*; ризик забруднення поверхневих вод\*; ризик зміни умов взаємозв'язку поверхневих та підземних вод; ризик зміни структури ґрунтового покриву; ризик активізації інженерно-геологічних процесів, пов'язаних з проведенням днопоглиблювальних робіт у Кілійському рукаві; ризик погіршення стану екологічно уразливих елементів питних вод (водозабори і колодязі). Примітка\* - при оцінці ризику забруднення підземних та поверхневих вод враховуються механізми їх забруднення.

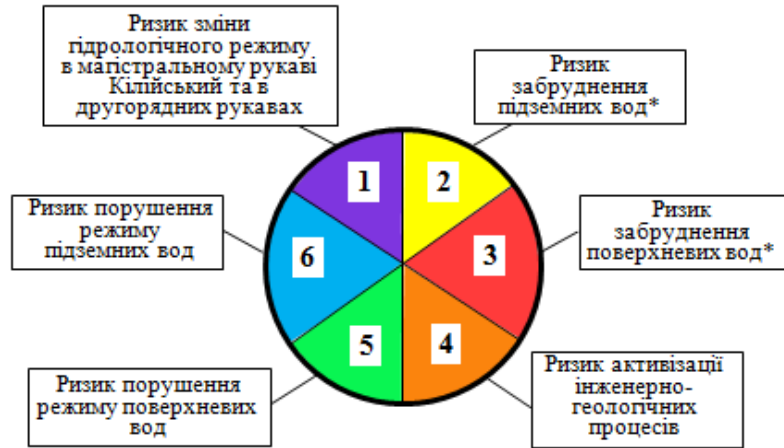
При цьому, на підставі результатів проведених гідрогеологічних вишукувань враховані такі основні механізми забруднення підземних та поверхневих вод:

1. Надходження забруднюючих речовин (ЗР) в результаті перетоку з суміжних водоносних горизонтів.
2. Можливе надходження забруднюючих речовин (ЗР) в результаті формування гідровідвалів при виконанні днопоглиблювальних робіт на ділянці Ізмаїльський Чатал – Вилкове (№№ 6,9,12б,12в).
3. Надходження ЗР з забруднених ґрунтів зони аерації в місцях формування гідровідвалів.



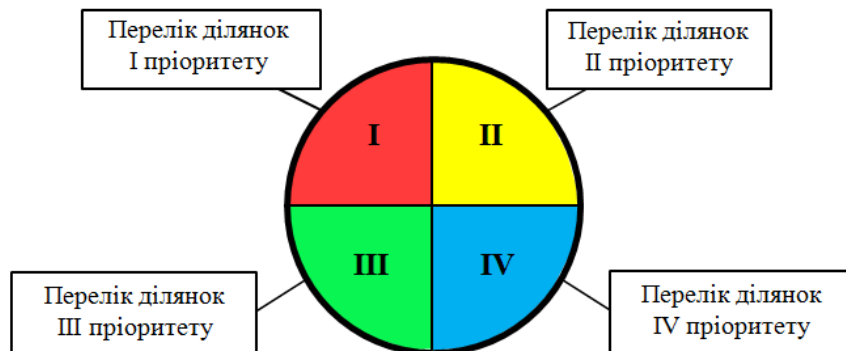
4. Розповсюдження ЗР з потоком забруднених підземних вод в напрямку їх розвантаження в поверхневі водні об'єкти.

Відсоткове співвідношення розрахункових кількісних характеристик видів ризиків для наочності і вибору більш небезпечних з них, зображено у вигляді діаграми (рисунок 6.2).



**Рисунок 6.2 – Діаграма відсоткового розподілу видів ризиків в умовах проведення днопоглиблювальних робіт в Кілійському рукаві**

В результаті кількісної оцінки інтенсивності ризиків визначені та ранжовані ділянки загроз та їх пріоритетність щодо першочерговості реалізації водохоронних заходів (оздоровлення) (рис. 6.3).



**Рисунок 6.3 – Діаграма розподілу території (районування) в зоні впливу днопоглиблювальних робіт та пріоритетності (першочерговості) реалізації водохоронних заходів в залежності від інтенсивності ризику**

*Пріоритет I* – критичний ризик – присвоюється ділянкам, в межах яких встановлюється реальна загроза здоров'ю;

*Пріоритет II* – високий ризик – присвоюється ділянкам, на яких існує потенційна загроза для стану здоров'я та стану питного водопостачання;

**Пріоритет III** – *задовільний ризик* – присвоюється ділянкам, на яких потенційний негативний вплив на водне середовище має незначний або випадковий незначний характер;

**Пріоритет IV** – *низький ризик* – присвоюється ділянкам, для яких не встановлені реальні або потенційно негативні прояви техногенного навантаження на водне середовище в умовах реалізації планованої діяльності.

Згідно з результатами оцінки ризиків побудовані схематичні карти з нанесенням територій різної інтенсивності та першочерговості реалізації природоохоронних заходів.

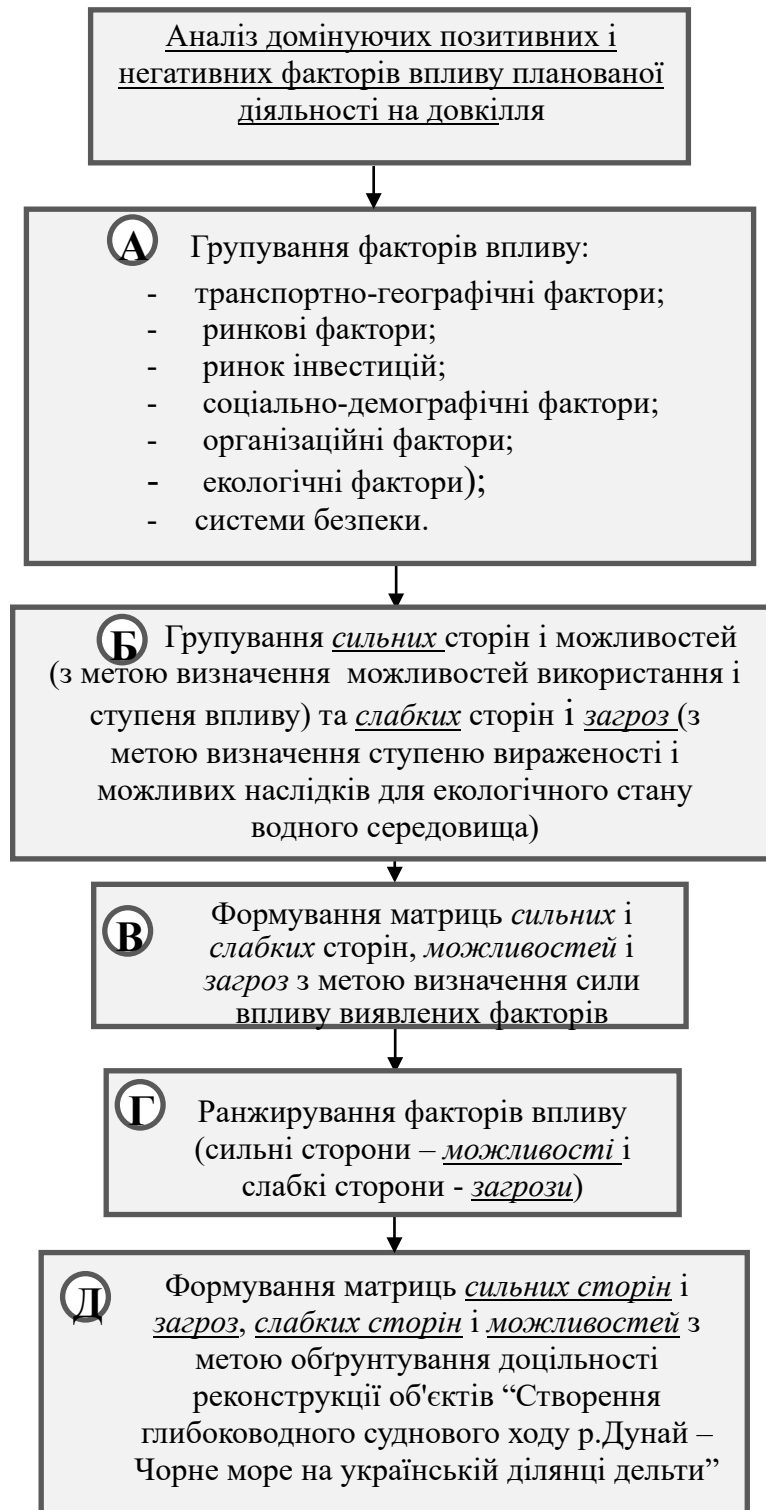
**Методи та методики, які використані при узагальненні результатів досліджень, проведенні комплексної багатофакторної оцінки впливу реконструкції ГСХ Дунай – Чорне море на довкілля та розробці додаткових біотехнічних заходів щодо збереження та покращення екологічної обстановки та збереження рідкісних видів рослин та тварин.**

#### ***SWOT-аналіз екологічної ситуації***

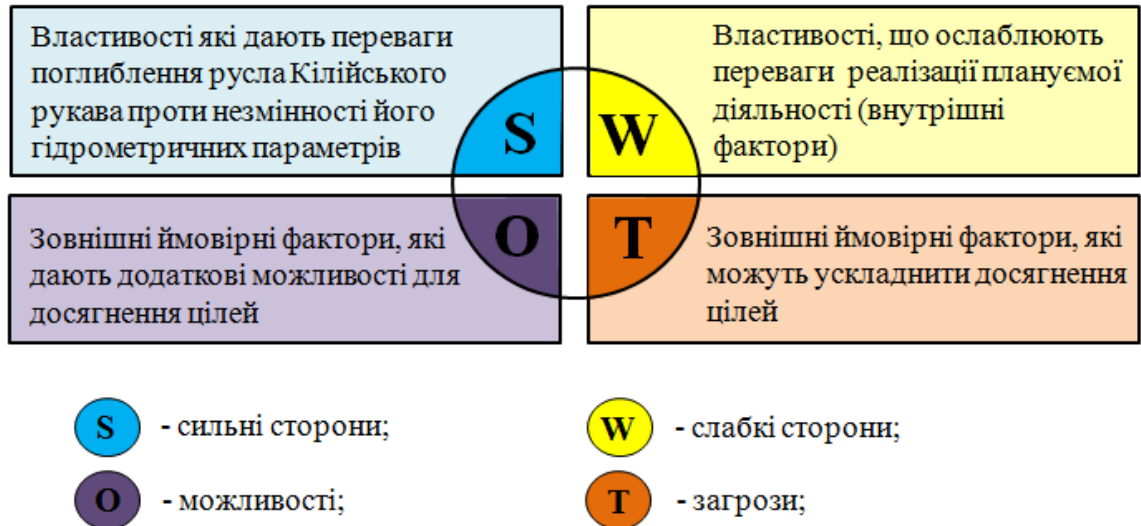
Для виявлення сильних та слабких сторін екологічної ситуації на території досліджень, найбільш уразливих територій та зон підвищеного ризику, а також можливостей і загроз, які впливатимуть на екологічний стан довкілля, проведений SWOT-аналіз екологічної ситуації в умовах реалізації планованої діяльності.

Проведення SWOT-аналізу (рисунок 6.4) дозволить обґрунтувати екологічну доцільність та умови суттєвого зниження ризику для навколишнього середовища.

Результати аналізу домінуючих позитивних та негативних факторів будуть представлені в вигляді матриці (рисунок 6.5).



**Рисунок 6.4 – Методологія виконання SWOT-аналізу для визначення стратегічних перспектив збереження умов екологічної безпеки при реалізації планованої діяльності**



**Рисунок 6.5 – Форма подання результатів SWOT-аналізу для визначення перспектив збереження екологічно безпечного стану на території української частини Дельти Дунаю**

#### *Метод аналізу ієрархії (MAI)*

Базовим сучасним методом визначення пріоритетів в складних задачах прийняття рішень з врахуванням багатьох факторів є **метод аналізу ієрархій (MAI)**, застосування якого зменшує недоліки існуючих матричних методів і дозволяє використовувати запропоновану Т. Сааті універсальну шкалу для парного порівняння експертних суджень.

На етапах проектування ГСХ р. Дунай – Чорне море за допомогою цього методу вирішувалися задачі: встановлення пріоритетів управління екологічною безпекою ГСХ з врахуванням значущості ділянок траси суднового ходу, значущості та вразливості компонентів довкілля на ділянці ГСХ, що переходить територією Дунайського біосферного заповідника; порівняння розмірів впливу на довкілля різних видів робіт зі створення ГСХ; обчислення пріоритетів природоохоронних заходів щодо забезпечення екологічної безпеки суднового ходу в будівельний період та при багаторічній експлуатації з врахуванням часової сумачії впливів та спільної дії різних факторів впливів.

При розробці додаткових біотехнологічних заходів щодо збереження та покращення екологічної обстановки та збереження рідкісних видів рослин та тварин мають вирішуватися аналогічні задачі, пов'язані з визначенням пріоритетності заходів за критеріями екологічної ефективності, обґрунтуванням вибору територій, що є найбільш вразливими до техногенного навантаження та у першу чергу потребують захисних та відновлюючих заходів.

Експертно-аналітичні процедури, що включають MAI, виконуються у такому порядку: декомпозиція у вигляді ієрархічного подання задач, які досліджуються, побудова матриць домінування (суджень) шляхом знаходження відношень між елементами ієрархії через попарне

порівняння та присвоєння бальних оцінок, наступний синтез і визначення пріоритетів. Чим більше отриманий пріоритет, тим більш краща альтернатива за обраними критеріями.

Декомпозиція задачі або проблеми і побудова ієрархічної структури дозволяє виділити для подальшого аналізу більш прості складові, а попарне порівняння елементів між собою робить можливим числове представлення величини впливу кожного елементу ієрархії на досягнення поставленої мети.

Ієрархія – це полілінійна структура, яка має початкову вершину (фокус), що являє собою мету рішення, яке аналізується. За фокусом знаходиться рівень найбільш важливих критеріїв, нижче розміщуються організовані за рівнями елементи, які відображають суть проблеми. Елементи кожного рівня слугують критеріями для наступного рівня. На найнижчому рівні розташований перелік альтернативних варіантів рішення чи його складових. Зв'язки встановлюються між взаємозалежними елементами ієрархії.

Ієрархія вважається повною, якщо кожний елемент заданого рівня є критерієм для всіх елементів рівня, розташованого нижче. Якщо ця умова не дотримується, ієрархія вважається неповною. У залежності від цього всі елементи рівня, що розглядається, впливають на деякі або усі елементи найближчого рівня, розташованого вище. Кожна ієрархія являє собою модель проблемної ситуації, у нашому випадку - моделі розглядуваних задач БКО та управління екологічною безпекою.

Матриці домінування формуються для кожного рівня ієрархії на підставі попарного порівняння елементів у відношенні до їх впливу (ваги) на загальну для них характеристику, що дозволяє виразити відносну перевагу одного елемента над іншим за спільною для них ознакою. У загальному випадку домінування означає більший вплив відносно певної властивості. Згідно закону ієрархічної безперервності необхідно, щоб елементи кожного рівня були порівняні попарно з елементами розташованого над ним верхнього рівня, тобто елементи кожного рівня порівнюються один з одним відносно їх впливу на кожний елемент рівня, що примикає зверху, з яким встановлені зв'язки впливу.

Процедури попарного порівняння застосовуються до пар однорідних елементів. Неоднорідні елементи розділяються на взаємопов'язані групи (кластери), які містять однорідні елементи.

Ієрархія будується таким чином, щоб для нижнього рівня альтернатив отримати пріоритети або вагові коефіцієнти, які найкращим можливим способом відповідають меті, визначеній на вершині ієрархії, з урахуванням усіх проміжних елементів і у відповідності із зв'язками за рівнями системи. Прийняття рішень базується на величинах пріоритетів.

Процедура побудови матриць домінування полягає у наступному.

Якщо  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  – множина з  $n$  елементів, а  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  – відповідно їх ваги чи пріоритети, то можна порівняти вагу або пріоритет кожного елемента з вагою чи пріоритетом будь-якого іншого елемента, множини, що розглядається, відносно спільної для цих елементів властивості або мети (табл. 6.17).

**Таблиця 6.17 – Порівняння елементів "А" у відповідності з їх важливістю або пріоритетом**

Елемент	Попарне порівняння елементів				
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	...	$A_n$
$A_1$	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	$\frac{w_1}{w_3}$	...	$\frac{w_1}{w_n}$
$A_2$	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	$\frac{w_2}{w_3}$	...	$\frac{w_2}{w_n}$
$A_3$	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	$\frac{w_3}{w_3}$	...	$\frac{w_3}{w_n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$A_n$	$\frac{w_n}{w_1}$	$\frac{w_n}{w_2}$	$\frac{w_n}{w_3}$	...	$\frac{w_n}{w_n}$

Порядок формування ієрархії полягає у наступному: мета або критерій записується зверху, а елементи, які порівнюються, перераховуються зліва направо і зверху вниз. Відповідно, раніше отримане у табл. 6.16 подання порівнянь елементів множини можна записати у вигляді квадратної, обернено симетричної матриці суджень:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (6.17)$$

Скорочено подану матрицю можна записати у вигляді:

$$A = (a_{ij})_{mn} \quad (6.18)$$

Індекси  $i$  та  $j$  відносяться відповідно до рядку і стовпцю, в яких розташований елемент  $a_{ij}$ . Для квадратної матриці порядку  $n$  кількість рядків ( $m$ ) дорівнює кількості стовпців ( $n$ ), тоді

при  $m = n$

$$A = (a_{ij})_{nn} \quad (6.19)$$

при  $i=j$   $a_{ij} = 1$ ,

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, \quad (6.20)$$

де  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, n}$

Множина матриць попарних порівнянь формується для кожного з нижніх рівнів ієрархії, по одній матриці для кожного елемента рівню, що примикає зверху, з яким встановлені зв'язки.

Таким чином, усі елементи  $i$ -го рівня порівнюються один з одним відносно їх впливу на кожний з  $j$  – елементів  $(i - 1)$  рівня. І для кожного рівня формується  $n$  матриць, де  $n$  – кількість елементів рівня, що примикає зверху, з якими встановлені зв'язки. Якщо відносно  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  немає кількісних даних, а є лише якісна інформація, то попарне порівняння елементів виконується з використанням суб'єктивних суджень, які чисельно оцінюються за спеціальною шкалою Т. Сааті відносної важливості факторів.

Необхідність описання домінування та оцінки ступеню узгодженості суджень призводить до задачі про властивий вектор (вектор пріоритетів) і відповідне максимальне властиве значення  $\lambda_{\max}$ .

Властивими числами матриці  $A$  є корні характеристичного рівняння

$$|A - \lambda E| = 0, \quad (6.21)$$

де  $E$  – одинична матриця.

Для кожної матриці попарних порівнянь розв'язується матричне рівняння

$$A \begin{pmatrix} w_1 \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda_{\max} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_n \end{pmatrix} \quad (6.22)$$

Розв'язання цього рівняння здійснюється шляхом піднесення матриці  $A$  у достатньо високі ступені з наступним підсумовуванням рядків і нормалізацією (ділення суми кожного рядка на суму всіх елементів матриці), в результаті чого отримується вектор пріоритетів

$w=(w_1, \dots, w_n)^T$ . Процес закінчується, коли різниця між компонентами векторів пріоритетів, одержаних для  $k$ -го та  $(k+1)$ -го ступенів матриці  $A$ , стає менше заданої точності.

Отримані вагові коефіцієнти або пріоритети означають внесок кожного елемента рівня ієрархії, який розглядається, у досягнення поставленої локальної мети рівня, розташованого вище.

Після проведення всіх попарних порівнянь і визначення властивого значення матриці оцінюється її узгодженість. На підставі того, що узгодженість позитивної обернено симетричної матриці відповідає вимозі  $\lambda_{\max} = n$ . Т. Сааті пропонує оцінювати відхилення від узгодженості, визначаючи індекс узгодженості

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1), \quad (6.23)$$

де  $n$  – кількість елементів, що порівнюються, або порядок матриці,

$\lambda_{\max} \geq n$  завжди для позитивної обернено симетричної матриці.

Далі величина  $CI$  порівнюється з величинами середніх узгодженостей ( $RI$ ) для випадкової матриці такого ж порядку, де кожне число являє собою математичне очікування випадкового індексу узгодженості, обчислене на великій вибірці випадково згенерованих обернено симетричних матриць, елементами якої є числа з шкали попарних порівнянь (таблиця 6.18).

**Таблиця 6.18 – Середні узгодженості для випадкових матриць різного порядку**

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість (RI)	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Поділивши  $CI$  на  $RI$ , отримуємо відношення узгодженостей ( $CR$ ):

$$CR = \frac{CI}{RI} \cdot 100\% \quad (6.24)$$

Величина  $CR$  допускається у межах 10%, іноді, із застереженнями, до 20%. Якщо значення  $CR$  перевищує цю величину, то проводяться додаткові дослідження та перевіряються прийняті судження до перегляду виконаної декомпозиції задачі або проблеми.



На цьому закінчується процедура декомпозиції і починається процедура синтезу. Пріоритети синтезуються, починаючи з другого рівня вниз. Локальні пріоритети помножуються на пріоритет відповідного фактору на розміщеному вище рівні та підсумовуються по кожному фактору. Таким чином визначається глобальний пріоритет фактору, що розглядається, який у подальшому використовується в якості вагового коефіцієнта при визначенні глобальних пріоритетів факторів наступного нижнього рівня.

Таким чином, якщо  $v_{(i-1)1}, v_{(i-1)2}, \dots, v_{(i-1)m}$  – вагові коефіцієнти чи глобальні пріоритети локальних цілей або факторів рівня ієрархії, розташованого вище, а  $u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{im}$  – вагові коефіцієнти чи локальні пріоритети  $j$ -го фактору  $i$ -рівня, що розглядається, відносно локальних цілей, то глобальний пріоритет цього фактору визначається за формулою:

$$w_{ij} = \sum_{j=1}^m u_{ij} v_{(i-1)j}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (6.25)$$

де  $m$  – кількість порівнюваних елементів рівня, що розглядається.

Узгодженість всієї ієрархії оцінюється за тими ж правилами, що й для окремих матриць. Перемножується кожний індекс узгодженості на пріоритет відповідного критерію, підсумовуються одержані числа, і результат порівнюється з середнім індексом узгодженості випадкових матриць тих же порядків. Також як і для окремих матриць прийнятним вважається відношення узгодженостей до 10%. Якщо відношення узгодженостей перевищує цю величину, необхідно повторно дослідити задачу та перевірити прийняті судження.

У рамках МАІ немає засобів для перевірки достовірності отриманих результатів. Однак метод застосовується для погано формалізованих задач, у тих випадках, коли у відношенні до всіх критеріїв, що оцінюються в задачі, немає достатнього об'єму кількісних даних, є необхідність оцінювати якісну інформацію, і мотивом для прийняття рішень по факторам, що оцінюються, є переваги експертів. У цих умовах процедури попарних порівнянь, що застосовуються у МАІ, практично гарантують достовірність отриманих пріоритетів. Якщо процедури проведені за допомогою досвідчених експертів, а в експертних судженнях немає істотних протиріч (що визначається відношенням узгодженостей з випадковими матрицями такого ж порядку до 10%), то результати розрахунку визнаються достовірними.

Одержані у МАІ значення є оцінками у шкалі відношень і відповідають так званим жорстким оцінкам.

Рішення, яке приймається, можна вважати обґрунтованим за умов, що неточність даних або неточність структури моделі ситуації прийняття рішень не впливають істотно на пріоритети альтернативних рішень. Якщо при малих змінах даних чи структури пріоритет змінюється неістотно, то рішення вважається стійким.

Розробка заходів щодо збереження та покращення екологічної обстановки та збереження рідкісних видів рослин та тварин виконується у такому порядку:

- 1) визначення найбільш уразливих територій та зон підвищеного ризику по відношенню до впливів планованої діяльності за результатами додаткових досліджень;
- 2) обґрунтування найбільш перспективних заходів за критеріями ефективності, тривалості дії та важливості компонентів довкілля на які поширюєть захисна або відновлювальна дія заходів;
- 3) визначення технічних та економічних параметрів заходів;
- 4) включення заходів до складу проєктної документації.

Судновий хід р. Дунай - Чорне море складається з таких об'єктів та ділянок:

- морська частина: морський підхідний канал; огорожувальна дамба морського підхідного каналу; морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення;
- річкова частина: ділянка море - Вилкове (1,5 - 20,5 км) - проходить по рукавам Бистрий та Старостамбульський; ділянка Вилкове - Ізмаїльський Чатал (20,5 -116 км) - проходить по Кілійському рукаву; ділянка Ізмаїльський Чатал - Рені (116,0-170,36 км) - проходить по р. Дунай вздовж державного кордону України; до об'єктів річкової частини належать також річкові та берегові відвали ґрунтів днопоглиблення.

Аналіз найбільш імовірних та значущих за наслідками аварійних ситуацій на досліджуваній ділянці ГСХ проведено з врахуванням досвіду судноплавства та напрацювань ТЕО реконструкції ГСХ Дунай Чорне море.

До аварійних ситуацій, які виникають через судноплавство, відносять корабельні катастрофи, аварії і пошкодження вантажних, пасажирських суден, суден атомного флоту, маломірних суден та суден флоту рибної промисловості, кораблів та інших плавзасобів з встановленими на борту ядерними матеріалами, радіаційними джерелами і радіоактивними речовинами, пошкодження судами берегових, гідротехнічних та інших об'єктів. Результатом аварій можуть стати:

- аварійні розливи нафти і нафтопродуктів у водні об'єкти;
- аварійне надходження у водойми рідких і сипучих токсичних речовин з перевищенням в декілька разів ГДК;
- затоплення, викидання на берег судів внаслідок шторму (урагану);

- посадка судів на мілину;
- зіткнення, перекидання, затоплення, викидання на берег;
- аварії на маломірних суднах, які перевозять небезпечні вантажі.

За даними про аварії, які має у своєму розпорядженні Регістр Ллойда, протягом 20 років минулого століття (1966-1985 рр.) щороку гинули з різних причин не менше 300 суден. Тільки за два роки (1978-1979 рр.) було втрачено 938 суден, що становить 6,7 загиблих суден на тисячу працюючих у світовому флоті, причому серед них значний відсоток складають судна з розливом нафти та нафтопродуктів.

При логіко-імовірнісному моделюванні наслідків аварій передбачаються загальні процедури оцінки ризику з проведенням як якісної (методики FMECA, NAZOP), так і кількісної оцінок. Рішення про вибір якісного чи кількісного методу залежатиме від мети проведеного аналізу ризику і від наявності вихідних даних для кількісного аналізу. Загалом, рекомендується спочатку провести аналіз безпеки експлуатації, як частина будь-якого аналізу ризику для визначення безпеки тих чи інших завдань, подій або ситуацій в процесі експлуатації. Крім того, якісний аналіз необхідно виконати до кількісного, щоб встановити рівень ризику і визначити, чи існують критерії для проведення повного кількісного аналізу.

Перш ніж проводити будь-яку оцінку ризику, необхідно також визначити відповідні критерії прийняттого ризику. Вони мають відображати розуміння прийняттого ризику відповідною організацією. Події з ймовірністю від малої до середньої та серйозними (високими)/великими наслідками лежатимуть поза прийнятними межами, тоді як події з малою ймовірністю та незначними (низькими)/малими наслідками можуть вважатися прийнятними. Критерії прийняттого ризику можна визначити за якісного аналізу відповідно до стандартної матриці ризику.

Імовірність події, бал (5)	5	10	15	20	25
Від середньої до високої (4)	4	8	12	16	20
Середня (3)	3	6	9	12	15
Від малої до середньої (2)	2	4	6	8	10
Мала (1)	1	2	3	4	5
Наслідки/ймовірність, бал	Мала (1)	Від малої до середньої (2)	Середня (3)	Від середньої до високої (4)	Висока (5)
Стандартна матриця ризику, яка приймається при якісному аналізі ризику:					
	прийнятний ризик;				
	ризик, який може бути знижений до розумно можливого/здійсненого;				
	неприйнятний ризик				

Слід зазначити, що процедури аналізу ризику зазвичай враховують групу комбінацій імовірнісних подій та їх наслідків, у якій ризик має бути зменшений до розумно можливого/здійсненого (ALARP). Слід розуміти, що ця група ALARP по можливості має бути пов'язана з нижчим ризиком експлуатації, зокрема, якщо ці операції пов'язані з ризиком забруднення навколишнього середовища, що могло б стати результатом пошкодження суднових конструкцій.

Для того, щоб провести аналіз ризику, у тому числі кількісний, необхідно мати бази даних, що містять інформацію про попередні випадки аварій та ушкоджень у тих чи інших конкретних умовах.

При обговоренні процедур і засобів аналізу ризику здійснення подій, пов'язаних з конструктивними пошкодженнями, вважається за можливе поєднувати традиційний кількісний аналіз (QRA) ризику, використовуючи дерева відмов і подій, з аналізом надійності конструкції (SRA), використовуючи розподіл ймовірностей навантажень і міцності матеріалів, а також розподіл випадків виникнення надзвичайних кліматичних умов. Вважається, що поєднання QRA та SRA методів є особливо ефективним, і методику використання слід розробляти далі на користь вдосконалення аналізу конструктивного ризику. Хоча цей ризик може бути пов'язаний із руйнуванням або полумкою конструкції, вважається, що більшість подібних аварій викликано помилками людини та організаційними промахами. Тому за всіх оцінок ризику слід враховувати вплив рішень людини та процесу організації робіт. Важливо також пам'ятати, що ризик аварії, внаслідок якої пошкоджено або втрачено судно та/або його вантаж, веде до забруднення навколишнього середовища.

Розрізняються первинні та вторинні аварії. Вторинні аварії, зазвичай, йдуть за первинними, і часто бувають прямим їх наслідком. Тому у ряді випадків аварії, які відносять до первинних, фактично є вторинними. Прикладом є руйнування конструкції. Якщо судно сідає на міліну, внаслідок чого його корпус отримує пошкодження, то руйнування обшивки є вторинною аварією (або наслідок). Якщо корпус отримує пошкодження в результаті поганої якості його матеріалу, то це - первинна аварія.

Основною частиною аналізу судового ризику є опис його як системи і системного елемента та характеризується інформацією:

- про географічний район - маршрути, глибини, порти і т. д.;
- про фізичні характеристики середовища - наявність льоду, стан моря, метеорологічні умови, видимість тощо;
- про завдання та умови - кількість перевезень, тип вантажу, характер операцій (навантаження/розвантаження/перевантаження) тощо.
- про характеристики судів - розміри, проект, кількість тощо.

До головних небезпек для судів належать такі:

*Розлив небезпечного вантажу.* Цей клас аварій охоплює будь-які події, що ведуть до скидання небезпечного вантажу, але не спричиняють пошкодження судна або загрози екіпажу. "Скидання" означає, що наявні засоби боротьби не справляються зі значною кількістю вантажу. Іншими словами, якщо розлитий вантаж негайно прибраний, і навколишньому середовищу збитки не завдані, то вважається, що з погляду аналізу ризику, розлив ніяких наслідків не мав. Термін "небезпечний" відноситься до матеріалів, які завдають шкоди навколишньому середовищу (токсичних матеріалів, вибухових речовин тощо). Типовими випадками, що призводять до небезпечних аварій, є, наприклад, розлив нафтопродуктів при завантаженні/вивантаженні або корозія, що призводить до течії цистерн та інші випадки, які є результатом руйнування або несправності системи зберігання вантажу.

*Зіткнення, таран та посадка на міліну.* Для цього типу аварій основною (або ініціюючою) подією є удар об інший об'єкт "Зіткнення", що стосується удару об інше судно. "Таран" означає удар об інший об'єкт (не судно). Посадка на міліну відноситься до подій, при яких судно торкається гранту або берега.

*Руйнування конструкції.* Цей тип аварій викликається тими причинами, наслідком яких є велика руйнація суднових конструкцій як первинна подія.

*Затоплення відсіків водою, перевертання та затоплення судна.* Ця категорія аварій включає втрату судном плавучості та/або стійкості внаслідок дій таких первинних подій, як втрата водонепроникності або неправильний розподіл вантажів. Як початкова подія зустрічається рідко - зазвичай це вторинна подія після зіткнення, тарану, посадки на міліну або руйнування будь-якої суднової конструкції.

*Пожежа чи вибух.* Категорія аварій, до якої належить ситуація, що веде до займання пального матеріалу або вантажу і, як наслідок, до пожежі або вибуху.

*Аварія, пов'язана із професійними втратами.* До цієї групи відноситься будь-яка аварія, що призводить до поранень або смерті членів екіпажу (незалежно від пошкодження судна). Цей тип аварії має розглядатись як первинний – коли судно не пошкоджене.

Крім того, *небезпека конструкційних пошкоджень* пов'язана, наприклад, із взаємодією між суднами, коли виникає можливість місцевого або повного пошкодження судна плаваючими крижинами, особливо у поєднанні впливу льоду та хвилювання або сильних течій. Небезпеки, пов'язані з пошкодженням суднових конструкцій, повинні розглядатися у таких випадках:

- зіткнення суден, а також посадка на міліну на мілководді, наприклад під час входу в гавані;
- втрата керованості;

- вихід з ладу енергетичної установки;
- швартування суден у районах з дією течій та припливних явищ;
- вплив двокорпусної конструкції на загальну міцність судна та обмеження забруднення середовища;
- вплив великих хвиль тощо.

Після того, як можливі небезпеки виявлені, необхідно під час аналізу ризику визначити ймовірність пошкодження та пов'язану з цим оцінку наслідків з використанням критеріїв прийнятності.

Сучасні методи оцінювання ризику в рамках формальної оцінки безпеки (ФОБ) ґрунтуються на поєднанні методології аналізу дерев несправностей та дерев подій. Таке поєднання дозволяє найповніше уявити сценарії розвитку аварійних ситуацій, вирішувати завдання оцінки наслідків аварій з урахуванням побудови дерева подій, елементами якого може бути моделі дерев несправностей.

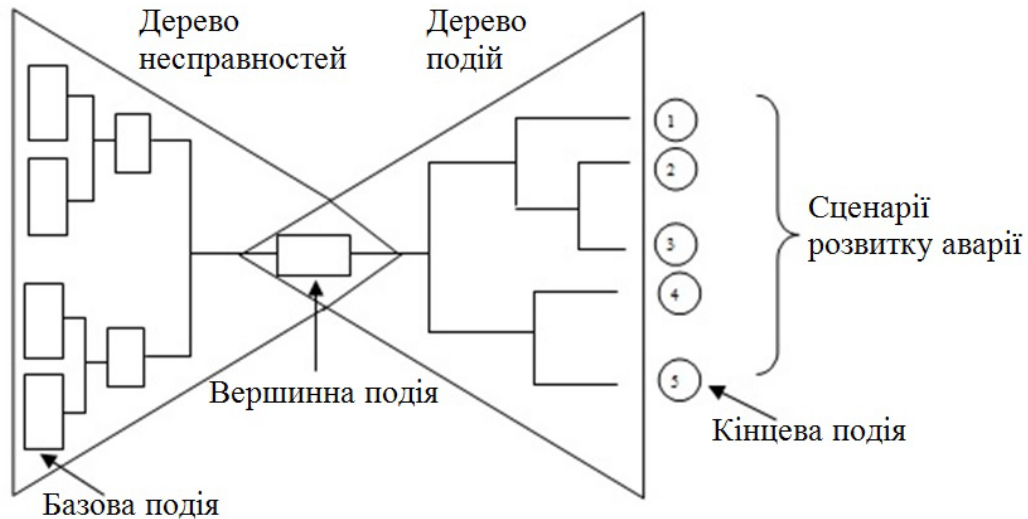
Під ризиком розуміється поєднання ймовірності та наслідків настання несприятливих подій. Завданнями аналізу ризику є оцінка ймовірності (частоти) настання несприятливих подій (аварій) і наслідків цих подій.

Найчастіше кількісною оцінкою ризику є очікувані збитки - математичне очікування величини збитків від можливої аварії за певний час. Арифметичною оцінкою очікуваного збитку може бути сума добутків ймовірності (частоти) реалізації кожного сценарію розвитку аварії на величину шкоди сценарію, що виражається в умовних одиницях.

Сучасні методи оцінювання ризику базуються на поєднанні методології аналізу дерев несправностей (ДН) та дерев подій (ДП), що дозволяє найповніше уявити сценарії розвитку аварійних ситуацій з погляду аналізу тих факторів, які найбільше впливають на наслідки аварій.

Сценарій аварії є послідовністю подій, яка починається з початкового, що є деяким обуренням нормального ходу процесу та називається базовою подією. Такою базовою подією може бути, наприклад, відмова обладнання, помилка людини чи вплив несприятливих зовнішніх чинників. Це обурення викликає необхідність реакції з боку обладнання та/або людини для повернення до нормального стану. Такі події залежно від результатів їхньої реалізації та зовнішніх умов можуть або зменшити, або збільшити наслідки аварійної ситуації. Набір послідовностей подій розвитку аварії складає сукупність сценаріїв. Кожен сценарій закінчується деяким кінцевим станом, який характеризується ймовірністю (частотою) настання та величиною шкоди. Таким чином, сценарій аварії може бути представлений як певний шлях від події, що ініціює (вихідного стану), до кінцевого стану. Деякі події можуть бути представлені у вигляді дерева несправностей (ДН), наприклад, ДН навігаційного

обладнання. Вершинна подія такого ДН може бути вихідною подією ДП, яка представляє різні поєднання змін зовнішніх і внутрішніх факторів, які впливають на процес, що відбувається. Графічно такий сценарій може бути представлений у вигляді двох трикутників, які мають загальний елемент у своїх вершинах (Рисунок 6.6).



**Рисунок 6.6 – Графічне представлення сценарію аварії**

Теоретичною основою досліджень з аналізу властивостей надійності, стійкості, живучості та безпеки (технічного ризику виникнення аварій) структурно-складних систем небезпечних виробничих об'єктів є загальний логіко-імовірнісний метод, який використовує для структурного опису досліджуваної властивості системи універсальний апарат – схему функціональної цілісності (СФЦ).

Прикладом використання такого методу може бути задача оцінки наслідків аварій суден, розроблена фахівцями Морської міжнародної організації (ІМО). Треба відзначити, що у процесі оцінки наслідків аварій основними причинами втрати водонепроникності корпусу судна спеціалістами ІМО були розглянуті такі інциденти, як зіткнення суден, контакти з іншими плавучими об'єктами, посадка на мілину, пожежі та вибухи, але в даному розділі основна увага спрямована на приклад оцінки наслідків при посадці судна на мілину.

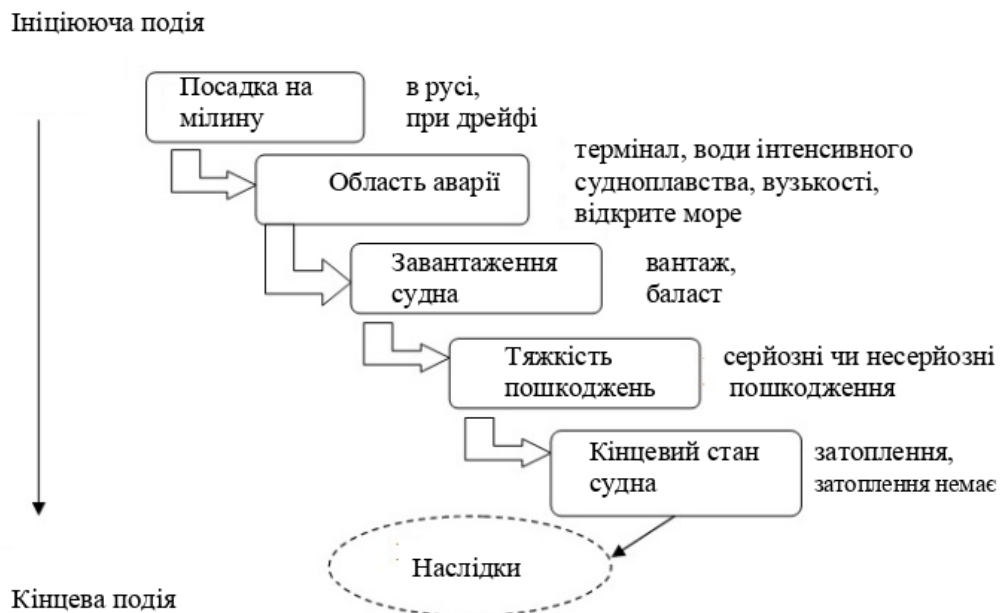
За статистикою, зібраною за 1980-2007 рр., із 193 аварій суден 83% посадок на мілину відбувалися в русі, а 17% - при дрейфі суден. У порівнянні з аваріями, що відбуваються при дрейфі, наслідки посадки судна на мілину на ходу є суттєвішими.

Розрізняють три великі групи наслідків аварій судів: наслідки для життя і здоров'я людей, вплив на навколишнє середовище та «втрата якості» (завдання шкоди судну та вантажу). У даному розділі розглядаються лише збитки навколишнього середовища.

Аварії типу «посадка на мілину» відбувалися у термінальній зоні (14% аварій), у водах інтенсивного судноплавства (42% аварій), у вузькостях (35% аварій) та у відкритому морі (9% аварій). Близько 80% посадок на мілину відбувається із завантаженими суднами і лише 20% у режимі баласту, але в цьому випадку збитки навколишньому середовищу є незначними.

В якості причин втрати водонепроникності судна були розглянуті 2 причини - пошкодження корпусу та пошкодження подвійного дна. Серйозність цих пошкоджень залежить від багатьох обставин і характеризуватиметься за бінарною шкалою (серйозні та несерйозні). Серйозні ушкодження можуть з певною ймовірністю призводити до затоплення судна. На рисунку 6.7 показано характеристики умов реалізації подій, які розглядаються при побудові ДП.

Всупереч поширеній графічній формі подання дерев подій у вигляді горизонтальних графів, яка реалізована в багатьох програмних засобах аналізу ризику, спеціалістами була представлена таблична форма опису сценаріїв, як така, що має більшу візуальну наочність, ніж графічна.



**Рисунок 6.7 – Характеристики умов реалізації подій**

У таблиці 6.19 наведено опис 9 можливих сценаріїв (під позначеннями подій у дужках вказані їхні ймовірності).



Таблиця 6.19 – Сценарії аварійних ситуацій «Посадка на міліну».

№ сценарію	Зона дії	Вантаж/баласт	Пошкодження корпусу	Пошкодження под. дна	Серйозність ушкодження	Затоплення судна
8	Термінал (0.14)	Вантаж (0.8)	Да (0.32)	Да (0.22)	Да (0.83)	Ні (1.0)
19	Зона активного судноплавства (0.42)	- « -	Ні (0.73)	-	Да (0.27)	Да (0.08)
22		- « -	Да (0.27)	Ні (0.78)	Да (0.87)	Да (0.07)
25		- « -	Да (0.27)	Да (0.22)	Да (0.87)	Да (0.07)
26		- « -	Да (0.27)	Да (0.22)	Да (0.87)	Ні (0.93)
44	Вузькість (0.35)	- « -	Да (0.15)	Да (0.22)	Да (1.0)	Ні (1.0)
58	Відкрите море (0.09)	- « -	Да (0.5)	Ні (0.78)	Да (1.0)	Да (0.17)
61		- « -	Да (0.5)	Да (0.22)	Да (1.0)	Да (0.17)
62		- « -	Да (0.5)	Да (0.22)	Да (1.0)	Ні (0.83)

Для обчислення ймовірності (частоти) варіанта сценарію необхідно перемножити ймовірності, вказані у рядку сценарію, далі помножити цей добуток на частоту даного типу аварій ( $7.49E-03$ ) та ймовірність аварії судна на ходу (0.83).

Наприклад, частота реалізації сценарію №8 дорівнює:

$$P_8 = \{0.14 \cdot 0.8 \cdot 0.32 \cdot 0.22 \cdot 0.83 \cdot 1.0\} \cdot 7.49E-03 \cdot 0.83 = 4.068 E-05 \text{ (1/судно} \cdot \text{рік)}.$$

Для оцінки наслідків (очікуваної шкоди) при реалізації того чи іншого сценарію необхідно помножити ймовірність реалізації кожного сценарію аварії на відповідну величину шкоди навколишньому середовищу. Так у розглянутому сценарії при посадці судна на міліну величина збитків оцінюється обсягом нафтопродуктів, що потрапляють до водного об'єкту в аварійній ситуації. Якщо посадка на міліну відбувається без затоплення судна, то за очікуваний обсяг нафтопродуктів береться середній обсяг паливного танка. У разі повної втрати вантажу (затоплення судна) збитки оцінюються як середня вантажна маса судна. Результати розрахунків наслідків кожного із наведених в таблиці 6.19 сценарію розвитку аварії наведено у таблиці 6.20.

Таблиця 6.20 – Розрахунки ризику для аварій «посадка на мілину».

№ сценарію	Частота $P_i$ реалізації і-го сценарію (1/судно·рік)	Ущерб $Y_i$ (тони)	Наслідки (т/(судно·рік))
8	4,06845E-05	10726	4,36382E-01
19	3,29364E-05	152191	5,01262E+00
22	2,67901E-05	152191	4,07722E+00
25	7,55619E-06	152191	1,14998E+00
26	1,00389E-04	10726	1,07678E+00
44	5,74423E-05	10726	6,16126E-01
58	2,96760E-05	152191	4,51643E+00
61	8,37016E-06	152191	1,27386E+00
62	4,08661E-05	10726	4,38330E-01
$\Sigma p_i \cdot y_i$			1,85977E+01

Характеристика наслідків аварій типу «посадка судна на мілину» у русі 18,5977 т/(судно·рік) показує величину екологічної шкоди як очікуваної кількості розливу нафтопродуктів на одне судно у рік.

Розглянутий приклад наведено для ілюстрації можливості використання логіко-імовірнісного методу при моделюванні різних сценаріїв розвитку аварій суден та оцінюванні їх наслідків.

### 6.3 Методи обробки даних для прогнозування

#### *Методи і методики картографічних досліджень*

Метод комплексних досліджень проблеми раціонального природокористування при взаємодії з картографічного методу ставить насамперед завдання комплексного відображення знань про природу, використання її ресурсів та їхню охорону.

У процесі розвитку цього напрямку в картографії накопичено багатий досвід створення різних типів комплексних картографічних матеріалів: комплексних карт, серій карт і атласів. Однак стосовно проблеми, комплексне картографування є одним із мало розроблених видів картографічного відображення взаємозв'язків явищ і об'єктів у системі «людина-природа». Його застосування обумовлюється необхідністю глибокого та всебічного географічного

дослідження проблеми раціонального природокористування та охорони природи. Цей вид картографування істотно полегшує процес систематизації знань про взаємозв'язки та взаємодію природних та соціально-економічних факторів. У процесі комплексного картографування створюються передумови для більш ефективного використання карти як засобу наукового дослідження та джерела інформації, необхідної у практичному використанні людиною ресурсів навколишнього середовища, при розробці заходів щодо охорони, відновлення та збагачення природних ресурсів.

Взаємини кожного з типів картографічних матеріалів у міру їх важливості та складності (наприклад, окремих карт у серії або серій в атласі) мають свої особливості, зумовлені ступенем узагальнення знань про об'єкти, що картографуються. Слід зазначити, що серія карт або атлас не обов'язково повинні складатися лише з комплексних карт. Вони можуть включати аналітичні, синтетичні та комплексно-синтетичні карти. Кожен із даних типів карт, класифікованих за рівнем логічної систематизації знань у картографічних дослідженнях проблеми, застосовується і виконує певні функції. Серія (комплекс) поелементних карт, кожна з яких систематизує дані про розміщення будь-якого одного об'єкта по території, є засобом аналізу для дослідження характеру прояву взаємозв'язків об'єктів. У процесі комплексного картографування такі комплекси поелементних карт мають, зазвичай, допоміжне значення, оскільки дозволяють систематизувати матеріали лише з обмеженому ряду об'єктів, не охоплюючи проблему загалом. Синтетичні карти служать відображенням результатів дослідження. Оскільки вони, як правило, неоднозначні, важко уявити універсальну синтетичну карту, яка характеризує всі складності проблеми. Тому відображення результатів понятійного та картографічного синтезу доречніше не на одній синтетичній, а на кількох комплексно-синтетичних картах. Важливо при цьому, щоб кожна карта охоплювала повніший комплекс питань, що характеризують систему, що картографується, а серії карт або атлас відображали б зв'язки систем різних рангів, аж до системи «людина – природа».

Комплексні карти є засобом, що найбільш широко застосовується для відображення множинних взаємозв'язків елементів системи «людина – природа». Відомо, що інформаційна ємність комплексних карт значно вища, ніж карт поелементних, що створює хороші перспективи для подальшого використання їх як джерела багатосторонньої інформації, необхідного в наукових дослідженнях та при вирішенні практичних завдань. Проте вже в процесі створення комплексних карт може вирішуватися завдання аналізу явищ і об'єктів, досліджуваних у плані проблеми природокористування. Вирішення цієї задачі, а також інших дослідницьких завдань у процесі комплексного картографування цілком закономірне. Воно було засноване на застосуванні картографічних форм логічних прийомів пізнання

(порівняння, аналізу та синтезу, абстрагування та узагальнення), які становлять сутність картографічного методу.

*Гідрогеологічне картування*

Для узагальнення і графічного відображення результатів гідрогеологічних вишукувань побудовані гідрогеологічні карти, на яких відображено зв'язок геологічної структури, рельєфу та підземних вод.

За призначенням і змістом – підготовлена *загальна* гідрогеологічна карта, на якій з максимальною для даного масштабу повнотою зображено головні елементи гідрогеологічних умов (площі розповсюдження водоносних горизонтів, комплексів і водотривів; мінералізація і хімічний склад підземних вод; глибина залягання ґрунтових вод, границі розповсюдження прісних і солоних вод; опорні пункти (свердловини, колодязі, джерела та ін.); напрямок руху підземних вод та окремі елементи або сторони гідрогеологічних умов, зокрема умови захищеності підземних вод.

За способом графічного оформлення – надаватимуться *поєднані* карти, на яких приводяться гідрогеологічні елементи за допомогою кольорового забарвлення, крапу, ізоліній різного кольору, кольорової штриховки, окремих позначок різної форми, розміру і кольору, цифр, літер і індексів та *розчленовані*, на яких приведено один з гідрогеологічних елементів.

***Методика графічного відображення на картографічній основі характеристик зони забруднення, яка утворюється внаслідок розрахункових аварій.***

Для графічного відображення на картографічній основі характеристик зони забруднення використовують спеціальний комп'ютерний застосунок, розроблений у вигляді проекту геоінформаційної системи (ГІС) у середовищі програмування ГІС ArcView. Застосовується розроблений проект ГІС спільно з іншим комп'ютерним застосунком, що забезпечує розрахунок поля концентрацій речовин у зоні забруднення, який розроблено за допомогою мови програмування Object Pascal (середовище програмування Delphi).

Інформаційний зв'язок між двома комп'ютерними застосунками передбачається організувати за допомогою технології динамічного обміну даними (DDE технології). При цьому ГІС використовується як серверний застосунок; розрахункова система – як клієнтський застосунок.

ГІС складається із трьох підсистем: підсистеми зберігання та корегування даних, підсистеми обробки та аналізу інформації, пошукової підсистеми і підсистеми відображення вихідних даних та результатів розрахунків.

Підсистема зберігання та корегування даних містить наступні блоки інформації:

– блок для зберігання інформації щодо експедиційних спостережень УКРНДІЕП за гідрохімічними показниками стану Дунаю та гирлових рукавів;

- блок для зберігання інформації щодо експедиційних спостережень УКРНДІЕП за гідробіологічними показниками стану Дунаю та гирлових рукавів;
- блок для зберігання інформації щодо систематичних досліджень гідрохімічних показників стану вод української частини р. Дунай та гирлових рукавів Дунайської гідрометеообсерваторії та лабораторії Дунайського регіонального офісу водних ресурсів;
- блок для зберігання інформації щодо гідрологічних показників Дунаю та гирлових рукавів.

Підсистема обробки та аналізу інформації складається з двох блоків: блоку статистичної обробки вихідних даних та блоку комплексної оцінки якості води. В блоці комплексної оцінки якості води застосовані 2 методики оцінки якості води за гідрохімічними показниками:

- методика, що базується на використанні індексу забруднення води (ІЗВ);
- методика, що базується на використанні коефіцієнта забрудненості (КЗ).

Методика, що базується на використанні індексу забруднення вод, може використовуватися для комплексної оцінки якості як поверхневих, так і морських вод. Комплексна оцінка якості морських вод за ІЗВ базується на 4 показниках з обов'язковим включенням вмісту розчиненого кисню до значень концентрацій 3-х пріоритетних забруднюючих речовин. Для ІЗВ оцінки якості поверхневих вод суші використовуються значення 6-ти показників якості води, а саме, вміст розчиненого кисню, водневий показник рН і БСК<sub>5</sub> - обов'язкові показники в цьому випадку. Крім того, як для поверхневих вод суші, так і у випадку морських вод, при розрахунку ІЗВ використовуються концентрації 3-х пріоритетних забруднюючих речовин.

Основний недолік ІЗВ – врахування тільки хімічних показників. Фактично даний комплексний показник дозволяє оцінювати якість води не з погляду екологічного стану, а з погляду придатності води для рибогосподарського використання.

Розрахунок КЗ проводиться за формулами (5.2-5.3) для 10-ти речовин з найхудішими значеннями кратності перевищення ГДК ( $N_i^{ГДК}$ ) в пункті спостережень. Клас якості поверхневих вод суші встановлюється за класифікацією, наведеною в таблиці 5.2.

Коефіцієнт забрудненості КЗ також, як і індекс забруднення води ІЗВ, враховує тільки хімічні показники якості води. Він також характеризує якість води не з погляду екологічного стану, а з погляду придатності води для рибогосподарського використання. Але на відміну від показника ІЗВ коефіцієнт забрудненості КЗ має нелінійний характер залежності від концентрацій забруднюючих речовин, що забезпечує врахування нелінійного характеру відгуку екосистеми на антропогенне навантаження.

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями якості також, як і методика, що базується на використуванні КЗ, застосовується тільки для поверхневих вод суші. Однак, на відміну від перших двох методик вона враховує як хімічні, так і біологічні показники якості води.

Підсистема відображення інформації складається з блоку формування звітів та інтерактивної електронної карти. В блоці формування звітів передбачено створення таблиць з інформацією про результати розрахунків концентрацій забруднюючих речовин у заданих розрахункових створах в зоні забруднення. Крім того, передбачено побудова графіків зміни концентрацій забруднюючих речовин уздовж заданого напрямку.

Інтерактивна електронна карта створена у вигляді документа ГІС ArcView типу «Вид» (View). Таблиці змісту цього документа включають загально-географічні і тематичні просторові шари. До загально-географічних просторових шарів відносяться наступні:

- 1) адміністративні райони України;
- 2) міста;
- 3) селища міського типу та села;
- 4) рукава р. Дунай;
- 5) озера;
- 6) державний кордон України;
- 7) Чорне море.

Загально-географічний просторовий шар «рукава р. Дунай» створено шляхом тематичного аналізу космічних знімків української частини дельти р. Дунай. Інші загально-географічні шари створені, базуючись на топографічній електронній карті України з тематичною інформацією МНС масштабу 1 : 500 000.

До тематичних просторових шарів відносяться наступні:

- 1) пункти спостережень якості річкових вод УКРНДІЕП і Держгідромету;
- 2) пункти спостережень якості річкових вод Держводагентства
- 3) випуски зворотних вод;
- 4) контрольні створи випусків зворотних вод;
- 5) показники якості води.

В блоці «Інтерактивна електронна карта» збережені усі стандартні елементи керування ГІС ArcView:

- 1) інструмент для одержання інформації про об'єкти, що відображені на карті;
- 2) елементи керування для виділення об'єктів;
- 3) елементи керування для зміни відображуваного фрагмента і масштабу карти;
- 4) елементи керування для підписи об'єктів та створення надписів;
- 5) інструмент для виміру відстаней.

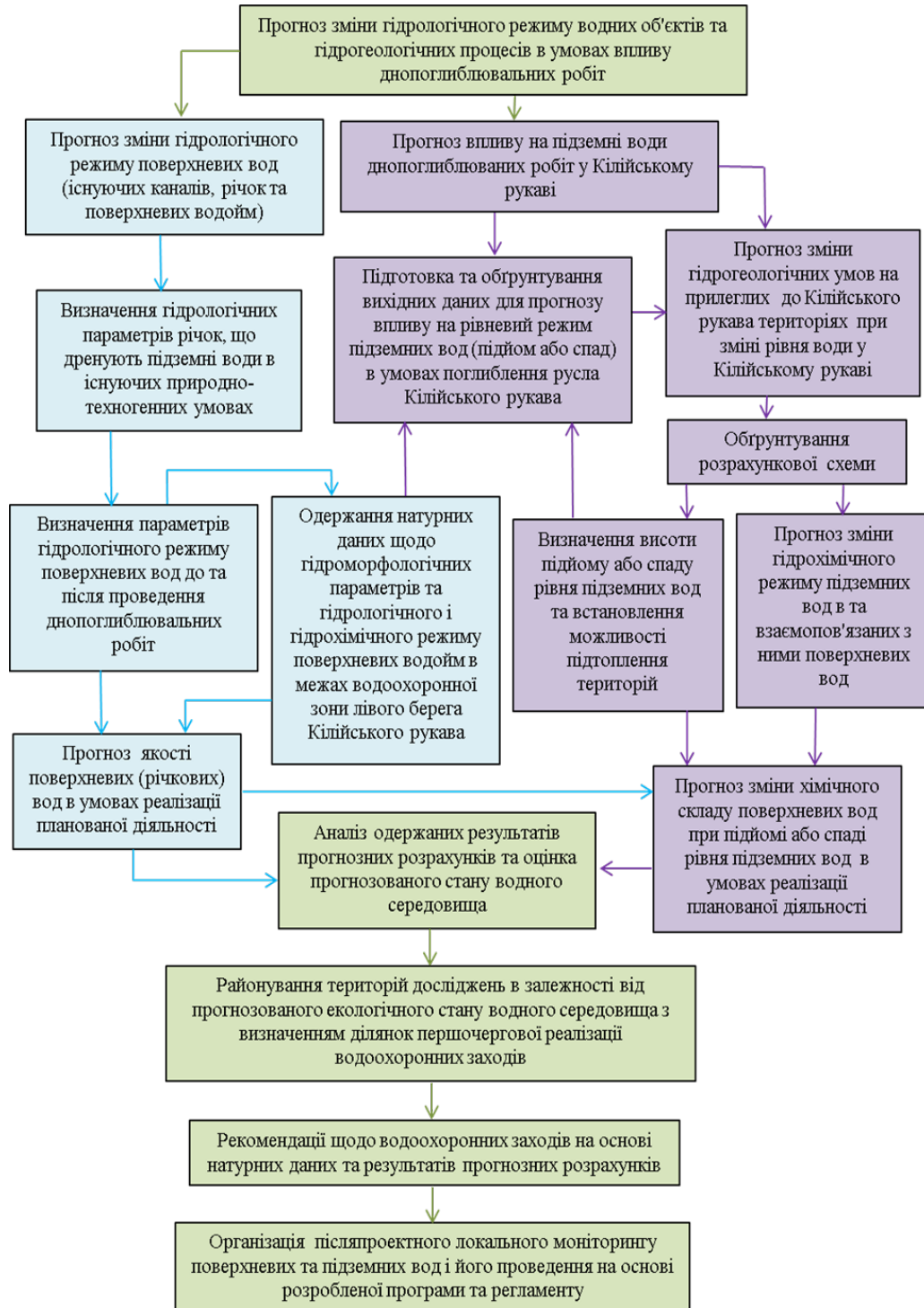
Крім того, в підсистемі відображення інформації ГІС розроблені деякі додаткові елементи керування: інструмент для створення діаграм показників якості поверхневих вод безпосередньо на карті; інструмент для відображення на карті результатів комплексної оцінки якості води в пунктах спостережень; інструмент для відображення на карті результатів розрахунку поля концентрацій забруднюючих речовин в зоні забруднення.

## 6.4 Методи прогнозування

### Методика прогнозу впливу планованої діяльності на поверхневі та підземні води

Важливе значення при виконанні досліджень має визначення умов екологічно безпечного стану вод з визначенням місць розвантаження в річки і існуючі канали та прогноз впливу зміни гідрологічного режиму річок на гідрогеологічні умови прилеглої території.

З цієї метою розроблена методика прогнозу зміни стану водного середовища (рис. 6.8).



**Рисунок 6.8 – Алгоритм (методика) прогнозу впливу планованої діяльності на водне середовище і визначення умов для черговості реалізації водоохоронних заходів**

Для виявлення та аналітичної оцінки ризиків, пов'язаних з можливим підвищенням або спадом рівня підземних вод, а також для теоретичного обґрунтування місць можливого підтоплення територій і місць можливого розвантаження підземних вод в річки та водойми, на основі виконання розрахунків, необхідних для визначення зміни гідрологічного режиму поверхневих вод та гідродинамічного режиму підземних вод, на період виконання днопоглиблювальних робіт в Кілійському рукаві, розроблений алгоритм, приведений на рисунку 6.1.

**Методика проведення прогностичних розрахунків поширення зони забруднення у дельті Дунаю** базується на математичному моделюванні процесів переносу води і забруднюючих речовин у річкових системах, а саме, у рукавах дельти Дунаю.

В процесі досліджень структура дельти Дунаю задається у вигляді графів, де дуги графа відповідають окремим рукавам дельти Дунаю, а вершини - місцям злиття або розгалуження потоків річкової води. На рисунку 6.7 надано схему графа дельти Дунаю (далі ГДД), де дуги ГДД показані стрілками с номерами від 1 до 37, вершини ГДД показані кружками с номерами від 1 до 22. Вершина 1 відповідає вхідному створу дельти Дунаю; вершини з номером 22 відповідають місцям впадіння рукавів дельти у Чорне море. Назви рукавів дельти Дунаю і номери дуг ГДД, відповідні їм за рисунком 6.9, наведено у таблиці 6.21.

**Таблиця 6.21 – Відповідність між номерами дуг ГДД та назвами рукавів (або ділянок) дельти Дунаю**

Номер дуги	Назва рукава (або ділянки) дельти Дунаю
1	Вхідна ділянка
2	Кілійський вище витоку Кислицького
3	Іванешть
4	Середній, верхня частина
5	Кислицький
6	Середній, нижня частина
7	Кілійський вище міста Килія
8	Кілійський нижче міста Килія
9	Бабіна
10	Соломонів
11	Прямий
12	Кілійський в районі міста Вилково
13	Очаківський вище витоку Анкудінова
14	Очаківський між витоками Анкудінова і Полуденного
15	Анкудінов
16	Очаківський між витоками Полуденного і Прірви
17	Полуденний



Номер дуги	Назва рукава (або ділянки) дельти Дунаю
18	Прірва вище голови каналу
19	Потапівський вище витоку Гнеушева
20	Потапівський нижче витоку Гнеушева
21	Гнеушев
22	Сполучний канал
23	Прорва нижче голови каналу
24	Старостамбульський вище витоку Бистрого
25	Бистрий
26	Старостамбульський між витокami Бистрого і Східного
27	Східний
28	Старостамбульський між витокami Східного і Лімби
29	Старостамбульський між витокami Лімби і Курильського
30	Лімба
31	Старостамбульський між витокami Курильського і Циганського
32	Курильський
33	Циганський
34	Старостамбульський нижче витоку Циганського
35	Тульчинський
36	Сулинський
37	Георгіївський

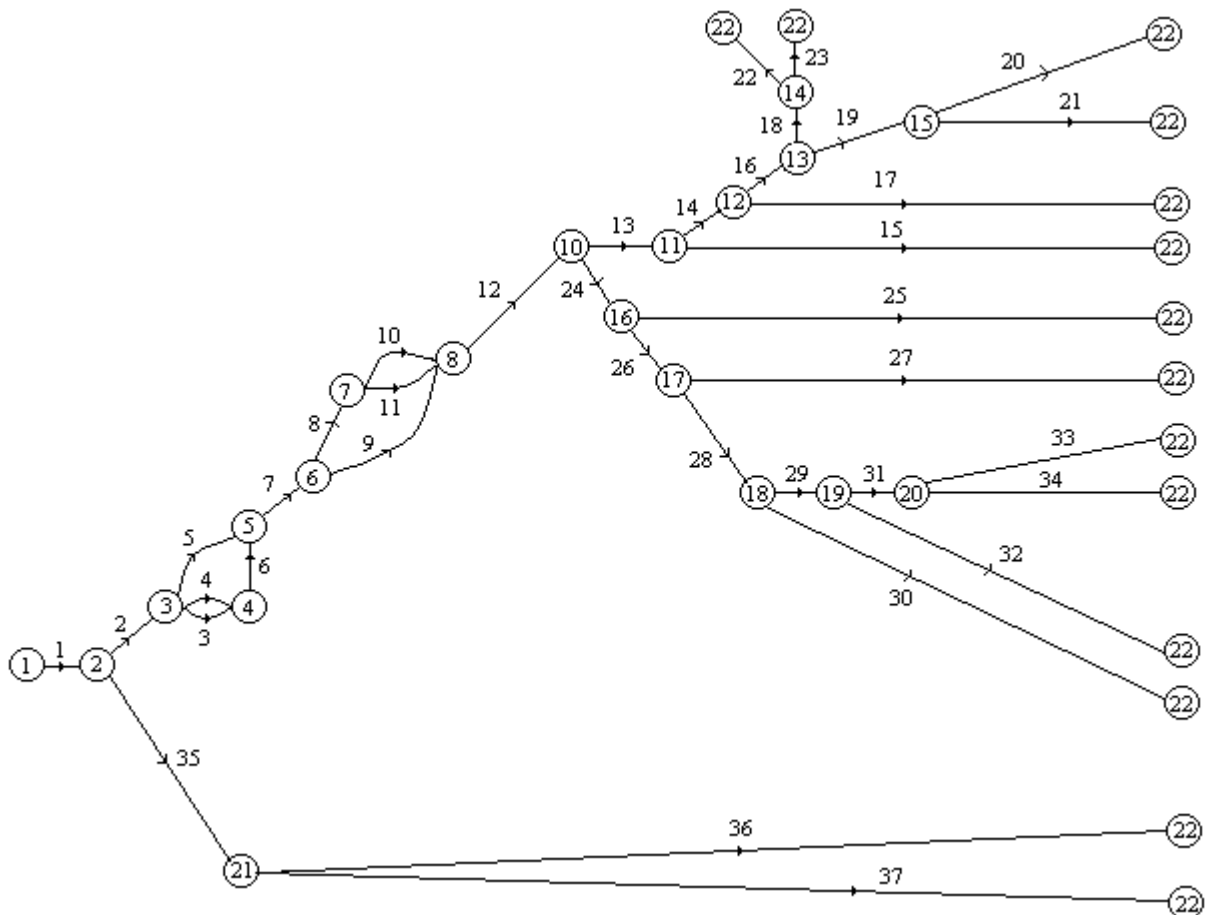


Рисунок 6.9 – Схема графа дельти Дунаю (ГДД)

При математичному моделюванні процесів переносу води і речовин у дельті Дунаю фактично розглядаються дві задачі – гідравлічна та дифузійна, причому результати розв’язку гідравлічної задачі використовуються для розв’язку дифузійної задачі.

У *гідравлічній задачі* визначаються витрати води та швидкості течії в рукавах дельти Дунаю.

Витрата води  $Q_m$  в рукаві дельти, якому відповідає дуга ГДД з номером  $m$ , розраховується за формулою

$$Q_m = \frac{\sqrt{\Delta z_m}}{R_m}, \quad (6.26)$$

в якій

$$R_m = \frac{n_m \sqrt{L_m}}{B_m h_m^{5/3}}, \quad (6.27)$$

де  $\Delta z_m$  - різниця між рівнями вільної поверхні води у вхідному та вихідному створах розглядуваного рукава;  $n_m$  - коефіцієнт шорсткості ложа цього рукава;  $L_m$  - довжина рукава;  $B_m$  та  $h_m$  - середні (уздовж рукава) значення ширини та глибини потоку води в даному рукаві.

Для розрахунку *гідравлічних опорів*  $R_2, R_3, \dots, R_{37}$  за формулою (2) спочатку визначаються величини  $n_m, L_m, B_m, h_m$ . При цьому вважається, що вказані величини є лінійними функціями витрати води  $Q_1$  на *вхідній дузі* 1 (рис.2) та використовуються дані роботи щодо значень витрати  $Q_1$  та величин  $n_m, L_m, B_m, h_m$  для всіх дуг ГДД під час межені та під час повені [5].

Задача визначення витрат води в рукавах дельти Дунаю формулюється так: при заданих значеннях витрати  $Q_1$  на вхідній дузі 1 (рис. 12.3) та гідравлічних опорів  $R_2, R_3, \dots, R_{37}$  (вони залежать від витрати  $Q_1$ ) необхідно розрахувати витрати води  $Q_2, Q_3, \dots, Q_{37}$  у рукавах дельти, які відповідають дугам 2, 3, ..., 37.

Для розрахунку витрат води в рукавах дельти Дунаю увесь ГДД розбивається на сукупності дуг, що *з'єднані паралельно* (рис. 12.3, а) або *послідовно* (рис. 12.3, б).

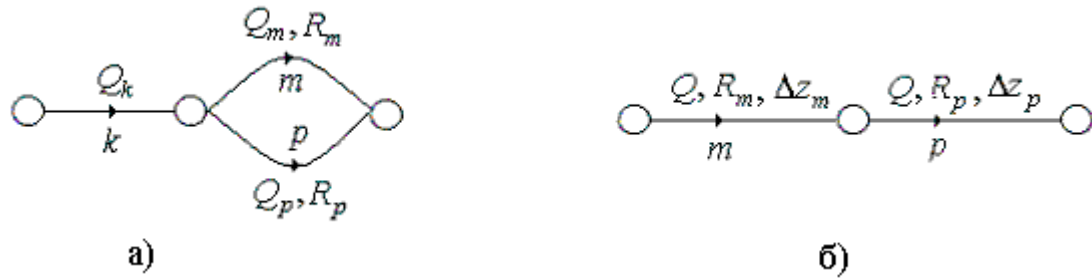


Рисунок 12.3 – Схема з'єднання двох дуг ГДД, що мають номери  $m$  і  $p$ : а) – дуги з'єднані паралельно; б) – дуги з'єднані послідовно.

При паралельному з'єднанні двох дуг гідравлічний опір системи цих дуг розраховується за формулою

$$R_{m,p}^{нар} = R_m R_p / (R_m + R_p), \quad (6.28)$$

а при послідовному з'єднанні – за формулою

$$R_{m,p}^{нос} = \sqrt{R_m^2 + R_p^2}. \quad (6.29)$$

Розрахунок витрати води в рукавах дельти Дунаю з використанням формул (3), (4) є, у певній мірі, аналогічним розрахунку сили струму у складному розгалуженому електричному ланцюгу. При цьому роль сили струму на ділянках електричного ланцюга відіграє витрата води в рукавах дельти Дунаю, а роль електричних опорів ділянок ланцюга – гідравлічні опори рукавів дельти. Як відомо, для вказаного вище електричного розрахунку використовують правила Кірхгофа (правило контурів та правило вузлів), які дозволяють отримати систему лінійних алгебраїчних рівнянь відносно сили струму на ділянках електричного ланцюга. Якщо використати аналогічний підхід для розрахунку витрати води в рукавах дельти Дунаю, то можна отримати доволі складну систему 37 - ми лінійних алгебраїчних рівнянь відносно витрати води  $Q_2, Q_3, \dots, Q_{37}$  в рукавах дельти. Але той факт, що граф дельти Дунаю (рис. 2) має лише одну *вхідну вершину* (вершина 1) та лише одну *вихідну вершину* (вершини з номером 22), дозволяє суттєво спростити розрахунок витрат  $Q_2, Q_3, \dots, Q_{37}$  та виконати цей розрахунок, не розглядаючи відповідну систему лінійних алгебраїчних рівнянь.

Після розрахунку витрат  $Q_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 37$ ) швидкості течії  $u_i$  у відповідних рукавах дельти Дунаю розраховуються за формулою

$$u_i = Q_i / B_i / h_i \quad (i = 1, 2, \dots, 37).$$

У *дифузійній задачі* розглядається розрахунок одновимірного неусталеного поля концентрації забруднюючих речовин у рукавах дельти Дунаю, яке може створюватися при

аварійному забрудненні річкової води внаслідок техногенних аварій: аварійних пошкоджень суден при здійсненні судноплавства, виробничих аварій під час реконструкції ГСХ, тощо.

Оскільки одночасне виникнення декількох аварій в акваторії дельти Дунаю є малоймовірним, у дифузійній задачі вважається, що аварійне забруднення відбувається внаслідок дії лише одного аварійного джерела забруднення – нерухомого точкового джерела, яке діє протягом певного часу та характеризується масою забруднюючих речовин, що надходять від цього джерела у річкову воду за одиницю часу. Аварійне джерело забруднення характеризується також тим, що маса речовин, які потрапляють у дельту Дунаю від цього джерела за одиницю часу, значно перевищує масу речовин, які потрапляють за цей час від усіх інших джерел забруднення.

У дифузійній задачі перенос розглядуваної забруднюючої речовини уздовж відповідного рукава дельти Дунаю описується таким рівнянням поздовжньої дифузії:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} - D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = -kC, \quad (6.30)$$

де  $C$  - концентрація даної речовини;  $t$  - час;  $x$  - координата, що спрямована у напрямку розглядуваної дуги ГДД (у напрямку течії води уздовж відповідного рукава дельти); швидкість течії води на даній дузі;  $D$  - коефіцієнт поздовжньої дифузії;  $k$  - коефіцієнт неконсервативності речовини.

У рівнянні (5) невідомою є концентрація  $C = C(x, t)$ , а величини  $u$ ,  $D$ ,  $k$  вважаються заданими. Зокрема, величина  $u$  визначається при розв'язку описаної вище гідравлічної задачі.

Граничні умови до рівняння (5) задаються у вхідному та вихідному створах розглядуваної дуги та мають відповідно такий вигляд:

$$C(0, t) = C_{ex}(t), \quad \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=L} = 0, \quad (6.31)$$

де  $C_{ex}(t)$  - задана концентрація речовини у вхідному створі дуги (вона розраховується у процесі розв'язання розглядуваної задачі переносу речовин);  $L$  - задана довжина дуги (довжина відповідного рукава дельти Дунаю).

Початкова умова до рівняння (5) записується так:

$$C(x, 0) = C_0(x), \quad (6.32)$$

де функція  $C_0(x)$  вважається заданою (зокрема, може бути, що  $C_0 = const$ ).

Для розрахунку поля концентрації  $C(x, t)$  на всіх дугах ГДД використовуються також умови спряження, які відбивають баланс маси речовини у всіх вершинах ГДД (рис. 12.2), окрім вершин 1 і 22. Умови спряження тут не виписуються, бо вони є доволі громіздкими. Відзначимо лише, що в умовах спряження використовуються витрати води на відповідних дугах ГДД, які визначається при розв'язку гідравлічної задачі.

Для кожної дуги ГДД рівняння (5) з граничними умовами (6) та початковою умовою (7) розв'язується чисельно з використанням абсолютно стійкої кінцево-різницевої схеми першого порядку точності щодо просторового та часового кроків. При цьому відповідна система лінійних алгебраїчних рівнянь відносно концентрацій речовини у розрахункових точках дуги розв'язується методом прогонки.

Алгоритм розрахунку поля концентрації речовини  $C(x, t)$  для всіх дуг ГДД у розрахункові моменти часу складається із низки розрахункових кроків, на кожному з яких розглядається певна частина ГДД. При цьому використовуються відповідні умови спряження, а дуги ГДД “обходяться” у певному порядку.

***Методика прогнозування впливів будівництва дамб морського підхідного каналу ГСХ на перерозподіл стоку в рукавах дельти Дунаю, транспорт наносів та динаміку літодинамічних процесів***

Для дослідження впливу морського підхідного каналу Дунай-Чорне море на прибережну зону в районі між гирлом рукава Бистрий та гирлом рукава Старостамбулький р. Дунай використовувалась двовимірна модель COASTOX-MORPHO. Моделюючий комплекс COASTOX-MORPHO, який було розроблено колективом розробників УЦЕВП АТН України та Інститутом проблем математичних машин і систем НАНУ включає ланцюжок моделей “хвилі – прибережні течії – транспорт носів намулів – переформування донної поверхні”, що дозволяє прогнозувати динаміку процесів річкової гідравліки, гдродинаміки прибережної зони, переформування дна та берегів.

Верифікація COASTOX-MORPHO за даними лабораторного моделювання та застосування його для району гирла Бистрого дельти Дунаю представлені в роботах [49], [50]. COASTOX-MORPHO є подальшим розвитком кода COASTOX-R [51], що базується на кінцево-об’ємному рішенні двовимірних рівнянь мілкої води з урахуванням генерації течій хвилями.

**Модуль розрахунку течій COASTOX-MORPHO** базується на двовимірній системі рівнянь, осередненій за часом на масштабах, суттєво перевищуючих період “коротких” хвиль

(штормові хвилі, брижі) у довгохвильовому (гідростатичному) наближенні [52]. Ці рівняння у явній формі описують приливи і коливання рівня води, пов'язані із вітровими нагонами. Вплив коротких хвиль на течії і змінення осередненого рівня параметризуються в рівняннях хвильовими напругами. Відповідна система рівнянь, в якій осереднені за часом течії у прибережній зоні визначаються балансом між зсувною напругою вітру  $\tau_w$ , придонною зсувною напругою  $\tau_b$ , вертикальним осередненим тензором турбулентного горизонтального обміну  $T_{ij}$ , тензором радіаційних напруг  $S_{ij}$  і силою, обумовленою градієнтом підвищення вільної поверхні  $\partial\xi/\partial x_i$ , має наступний вигляд [51]:

$$\frac{\partial d}{\partial t} + \frac{\partial q_i}{\partial x_i} = 0 \quad (6.33)$$

$$\frac{\partial q_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_j q_i) + g d \frac{\partial \xi}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( D_j \frac{\partial q_i}{\partial x_j} \right) - \tau_{bi} + \tau_{wi} + \tau_{Si} \quad (6.34)$$

де  $t$  – час,  $x_i$  – просторові координати,  $d = \xi - b$  – глибина потоку,  $u_i$  – швидкість течії у напрямку  $x_i$ -координати,  $q_i$  – витрати води у напрямку  $x_i$ -координати,  $\xi(x,y,t)$  – рівняння вільної поверхні,  $b(x,y,t)$  – рівняння поверхні землі,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\tau_{Si}$  – хвильова напруга у напрямку  $x_i$ -координати,  $\tau_{wi}$  – поверхнева вітрова напруга,  $D_j$  – коефіцієнт горизонтальної турбулентної в'язкості є функцією хвильових характеристик [53].

Придонна напруга складається із двох компонент, перша з яких визначається квазістаціонарною течією, а друга придонним орбітальним рухом хвиль. Після осереднення придонної напруги за періодом поверхневої хвилі отримаємо наступну формулу [54] для придонної напруги внаслідок дії хвиль та течій.

$$\tau_{b1} = c_b \left\{ \left( U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \cos^2 \alpha \right) u_1 + \left( \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin \alpha \cos \alpha \right) u_2 \right\}, \quad (6.35)$$

$$\tau_{b2} = c_b \left\{ \left( \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin \alpha \cos \alpha \right) u_1 + \left( U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin^2 \alpha \right) u_2 \right\}, \quad (6.36)$$

де  $\alpha$  – кут падіння хвилі до берега відносно координатної лінії  $x_1$

$$U_{wc} = \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \omega_b^2 + 2(u_1 \cos \alpha + u_2 \sin \alpha) \omega_b} + \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \omega_b^2 - 2(u_1 \cos \alpha + u_2 \sin \alpha) \omega_b} \right\}, \quad (6.37)$$

$$\omega_b = \frac{\sigma H_w}{\pi \sinh[kd]}. \quad (6.38)$$

Тут  $\sigma$  - кутова частота хвилі,  $H_w$  - висота хвилі,  $k$  - хвильове число.

Хвильові напруги обчислюються за формулами

$$\tau_{Si} = -\frac{1}{\rho_w} \frac{\partial S_{ij}}{\partial x_j}, \quad (6.39)$$

де  $S_{ij}$  - генеровані хвилями радіаційні напруги. На глибинах, менших за 0.35 м радіаційні напруги задаються співвідношенням

$$\tau'_S = \tau_S \frac{h}{0.35}. \quad (6.40)$$

Для розрахунку хвильової радіаційної напруги використовується модуль HWAVE [50]. Радіаційні напруги є вхідними даними для модуля течій COASTOX.

Беручи до уваги вертикальний розподіл потенціалу швидкості руху хвиль [50, 55, 56], розподіл тиску рідини [57], повільне змінення течії  $\vec{U}_a$  на відстанях порядку характерної довжини хвилі  $\lambda_0$  [58], а також повільне змінення вертикальної швидкості  $w$  у горизонтальній площині, компоненти радіаційного напруження [50] будуть мати наступний вигляд:

$$S_{11} = \rho \cdot \overline{\tilde{\varphi}_x^2} \frac{1}{g} c c_g + \left[ -\rho \overline{\tilde{\varphi}^2} \frac{\sigma^2}{g} \left(1 - \frac{c_g}{c}\right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} R_{xz} + \frac{\partial}{\partial y} R_{yz} + \frac{1}{2} \rho g \overline{(\tilde{\eta}^2)}, \quad (6.41)$$

$$S_{12} = \rho \overline{\tilde{\varphi}_x \tilde{\varphi}_y} \frac{1}{g} c c_g, \quad S_{21} = S_{12}, \quad (6.42)$$

де

$$R_{xz} = \rho \overline{\tilde{\varphi}(\tilde{\varphi}_x)} A, \quad R_{yz} = \rho \overline{\tilde{\varphi}(\tilde{\varphi}_y)} A, \quad (6.43)$$

$$A = \frac{h}{4 \cosh^2 k(h + \zeta_0)} \left[ \cosh 2k(h + \zeta_0) - \frac{1}{2kh} \sinh 2k(h + \zeta_0) \right] \quad (6.44)$$

Компоненту  $S_{22}$  отримаємо перестановкою змінних  $x$  і  $y$ . Риска зверху означає осереднення за період хвилі. Тут  $c$ ,  $c_g$  – фазова та групова швидкості хвилі відповідно,  $h$ ,  $\eta$  – глибина та підвищення вільної поверхні відносно сталого рівня води,  $\zeta_0$  – зміна рівня води, пов’язана із розповсюдженням хвиль,  $\tilde{\eta} = \eta - \zeta_0$ . У випадку руху рідини, що є наслідком суто періодичного руху вільної поверхні, додатки  $R_{xz}, R_{yz} = 0$  і компоненти тензора радіаційних напруг співпадають з відповідними компонентами Лонге-Хігінса [58], що є функціями висоти хвилі та кута її розповсюдження. Запис у таких термінах є зручним для практичного застосування і широко використовується у гідродинамічних моделях, таких як M2d [59, 60].

Зазначимо, що в [49] для знаходження потенціалу швидкості  $\tilde{\varphi}$  використовується метод розподілу потоків  $Q^{(x)}, Q^{(y)}$ , аналогічний Копеленду [61]. Запис хвильових напруг [62] через розподілені потоки  $Q^{(x)}, Q^{(y)}$  використаний для гіперболічної хвильової моделі рівняння «положистих схилів» гідродинамічного модуля Mike-21 CAMS [63]. В роботі [50] отримані співвідношення (6.41) – (6.44) для радіаційних напруг представлені через потенціал швидкості  $\tilde{\varphi}$ , який є рішенням рівняння «положистих схилів» гіперболічного типу, і не залежать від способу знаходження рішення.

**Рівняння переносу намулів.** Одночасно з поверхневим потоком води починається процес змиву, транспорту й перевідкладення ґрунтових часток. Перенос зважених часток потоком рідини описується наступним конвективно-дифузійним рівнянням

$$\frac{\partial(hS)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uhS) + \frac{\partial}{\partial y}(vhS) = \frac{\partial}{\partial x}\left(hD_x \frac{\partial S}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(hD_y \frac{\partial S}{\partial y}\right) - (1-\phi)\rho_b \frac{\partial \eta}{\partial t}, \quad (6.45)$$

де  $\phi$  – пористість верхнього шару ґрунту;  $\rho_b$  – щільність кістяка ґрунту;  $S$  – об’ємна концентрація зважених наносів;  $\eta$  – рівняння поверхні дна.

**Ерозія/відкладення ґрунтових часток.** Зміна рельєфу поверхні землі описується рівнянням

$$\rho_b(1-\phi) \frac{\partial \eta}{\partial t} = q^s - q^b, \quad (6.46)$$

де  $q^s$  і  $q^b$  – відповідно інтенсивності перевідкладення й ерозії поверхні землі.

Інтенсивність гідравлічної ерозії й інтенсивність відкладення наносів розраховувалися на основі підходу, що визначає їх по різниці між рівноважною концентрацією й поточною концентрацією зважених наносів



$$q^s = \max \{0, w_0(S - S^*)\},$$

$$q_h^b = \max \{0, E_r w_0(S^* - S)\},$$

де  $S$  - об'ємна концентрація наносів;  $S^*$  - рівноважна концентрація наносів, що відповідає транспортуючій здатності потоку;  $w_0$  - швидкість осадження наносів;  $E_r$  - коефіцієнт еродированности поверхневого потоку.

Рівноважна концентрація наносів визначається співвідношенням

$$S^* = \frac{p}{h(u^2 + v^2)^{1/2}},$$

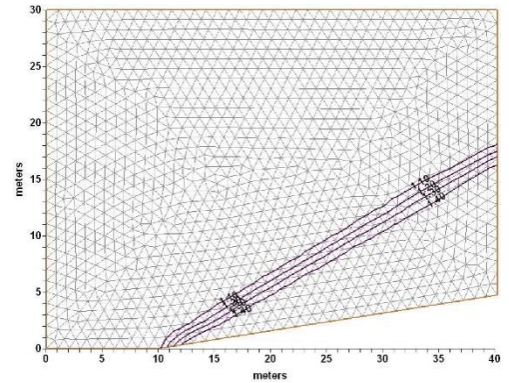
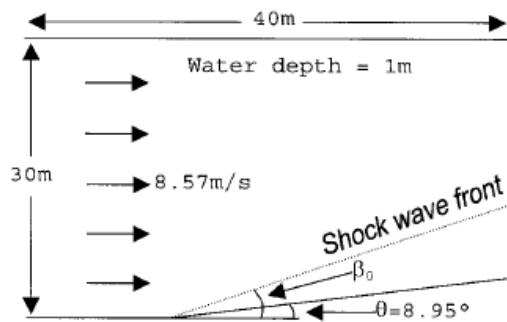
де  $p$  – транспортуюча здатність потоку.

Транспортуюча здатність потоку для заданого розміру наносів може бути обчислена з використанням одного з п'яти рівнянь: Engelund-Hansen, Yalin, Einstein-Brown, Bagnold і Ackers-White [64].

**Чисельна модель Coastox-UN**, яка розв'язує рівняння мілкої води на трикутних неструктурованих сітках. Неструктуровані сітки дозволяють ефективно проводити згущення сітки там де необхідно описувати вузькі протоки і тим самим надають можливість моделювати гідравлічні системи ріка-море. Модель використовує неструктуровану сітку з трикутними елементами, на якій розв'язуються рівняння методом скінчених об'ємів із використанням схеми типу Годунова. Схема є явною, консервативною, TVD і має 2-ий порядок точності як у просторі так і у часі. При цьому 2-ий порядок у часі отримується за допомогою метода Рунге-Кутта типу предиктор-коректор, а 2-ий порядок у просторі отримується використанням двох різних методів обрахунку потоків на етапах предиктора та коректора. На першому етапі використовується схема типу Годунова із наближеними солверами Рімана HLL та Roe. На другому етапі потоки рахуються безпосередньо, вниз по потоку, використовуючи стани задачі Рімана. Алгоритм оснований на схемі SEA [65] та має ряд модифікацій, описаних у [66]. Модель була протестована на великій кількості 1-вимірних тестів, таких як тести [67] по прориву дамби, тест “стаціонарний транскритичний потік з шоком через горб” [65 68], тест “маленька пертурбація стаціонарного розв'язку” [65, 68], а також 2-х вимірних тестів, таких як різноманітні тести по прориву дамби [68–70], тест “потік рециркуляції після раптового розширення” [68] та тест “косий гідравлічний стрибок” [68,69]. У всіх цих тестах модель показала себе достатньо точною.

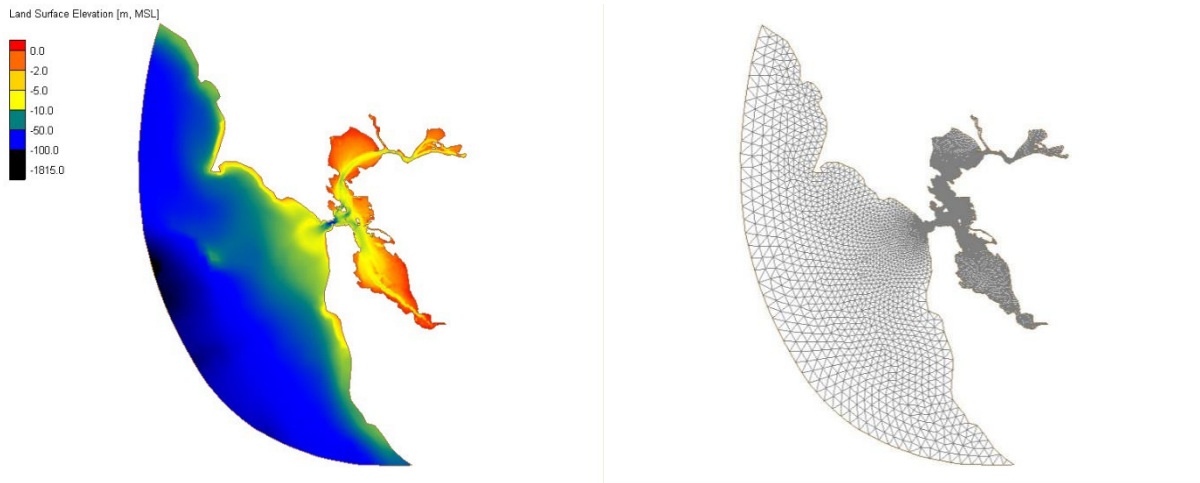
Результати останнього зображені на рис. 6.10. Аналітичне рішення для нього є: глибина за фронтом – 1.5 м, швидкість течії за фронтом – 7.9525 м/с, кут фронту  $\beta_0=30^\circ$ . Змодельоване

рішення: глибина за фронтом – 1.4993 м, швидкість течії за фронтом – 7.9508 м/с, кут фронту  $\beta_0=30^\circ$ .

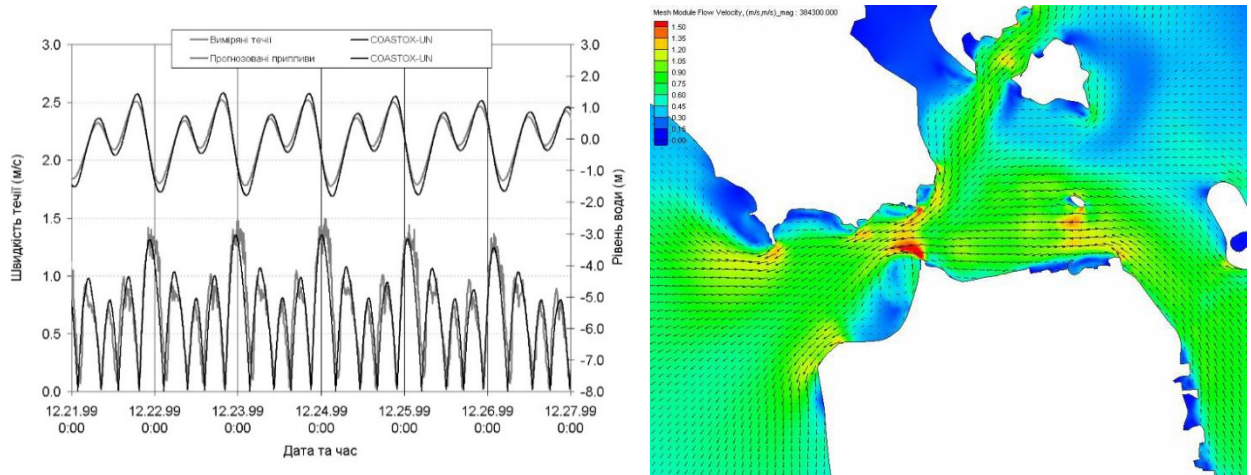


**Рисунок 6.10** Результати тесту “косий гідравлічний стрибок”, ліворуч - схема тесту, праворуч - сітка і пораховані рівні води.

Одним з прикладів тестування моделі за результатах натурних вимірювань, що були зібрані у грудні 1999 року в районі затоки Сан-Франціско [71]. Регулярні припливні хвилі створюють тут специфічний гідродинамічний режим коли вся вода проходить через вузьке місце і розповсюджується далі у затоці. Таким чином виникають сильні припливні течії. Сітка моделювання та порівняння натурних і змодельованих результатів показані на рис.6.11 і 6.12



**Рисунок 6.11** Батиметрія і сітка області моделювання району затоки Сан-Франціско.



**Рисунок 6.12** Ліворуч – виміряні та порашовані рівні води та швидкості течії, праворуч – течії в районі з'єднання затоки Сан-Франціско з океаном, (м/с).

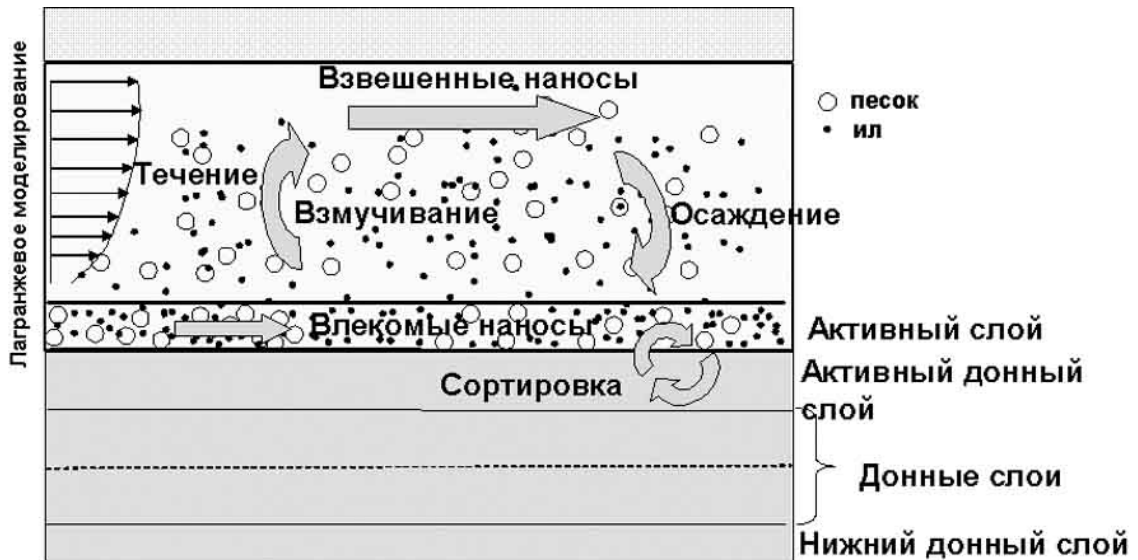
***Методика проведення модельних досліджень транспорту завислих намулів від зони дампінгу***

Модельні дослідження транспорту завислих речовин морськими течіями проводили за допомогою тривимірної моделі переносу намулів та чисельного методу її реалізації,

**Лагранжева багатofракційна модель транспорту намулів та її тестування**  
За останні роки було розроблено ряд тривимірних ейлерових та лагранжевих моделей переносу намулів [72, 73]. Лагранжеві моделі [72, 74] мають ряд переваг порівняно з ейлеровими, що зумовлено природнім описом транспорту частинок та можливістю опису переносу на масштабах, що менші за крок ейлерової сітки. Однак, на відміну від ейлерових моделей [72, 75] у відомих тривимірних лагранжевих моделях не розглядаються процеси переносу багатofракційних намулів. Зворотній вплив сил плавучості, що викликані наявністю завислих намулів, також враховувався лише у деяких ейлерових моделях [76, 77].

Тривимірна лагранжева модель [78] описує перенос багатofракційних зв'язних та незв'язних намулів, а також їх суміші в двовимірному та тривимірному режимах. Водяний стовп та дно розділені на ряд шарів: водяний шар, активний шар, декілька активних донних шарів та нижній нееродований донний шар (Рис. 6.13).

Завислі намули переносяться течіями та хвилями у водному середовищі. Активний шар представляє собою зону взаємодії між водяним шаром і донним шаром. У активному шарі (АШ) частинки піску можуть рухатися у вигляді донних намулів, залучатися у вищі шари води або випадати у самий верхній (активний) донний шар (АДШ). Нижній донний шар, що не розмивається, знаходиться нижче донних шарів.



**Рисунок 6.13** Схема процесів переносу намулів

Розподіл фракцій піску у АШ відрізняється від розподілу в АДШ внаслідок різної швидкості залучення частинок різного розміру у водний шар. Якщо у результаті ерозії або дивергенції потоку донних намулів товщина АДШ стає рівною нулеві, тоді нижчий донний шар починає взаємодіяти з водним шаром та стає АДШ. Модель дозволяє розраховувати перенос довільної кількості фракцій піску. Припускається, що всі частинки піску даного класу розмірів АШ та АДШ однаково зазнають дію потоку води та залученню у водний шар та АШ, відповідно. Таке сортування природним чином призводить до ефекту “самовідмоцнення” (armoring) донного матеріалу. Вплив мігруючих донних гряд на перенос та сортування донного матеріалу в моделі не враховується.

Різні властивості зв’язаних та незв’язаних наносів обумовлюють різний режим їхньої взаємодії з донним шаром, а процеси виносу та осідання цих двох видів наносів можуть бути взаємопов’язані. Згідно з підходом, запропонованим Ван Ледденом [79, 80], ми припускаємо, що ерозія суміші зв’язаних (“мул”) та незв’язаних (“пісок”) наносів має незв’язаний характер в тому випадку, коли рівень вмісту глини є нижче критичного. Якщо цей рівень перевищує критичний, донний шар переходить у зв’язаний стан. В той же час осідання обох форм намулів відбувається незалежно. В моделі розглядається донний шар, який містить  $n$  фракцій незв’язаних наносів ( $\geq 0.063$  мм) та одну фракцію зв’язаних наносів. В моделі враховується змішаний гранулометричний склад наносів з довільною кількістю фракцій піску. Вміст фракції піску визначається як відношення маси частинок одного класу в АДШ на елементі поверхні дна до маси всіх частинок намулів що містяться в цьому об’ємі. Базове обмеження виглядає наступним чином:

$$P_m + \sum_{i=1}^n P_{si} = 1, \quad (6.47)$$

де  $P_{si}$  і  $P_m$  – це вміст  $i$ -ї фракції піску та фракції мулу, відповідно. В залежності від того, яким є фактичний вміст глини відносно до критичного рівня  $P_{m,cr}$ , розглядається один з двох можливих режимів ерозії: незв'язаний або зв'язаний.

Лагранжева техніка використовується для моделювання замулення, випадіння і перенесення суміші. Концентрація суспензії характеризується ансамблем частинок, а задача переносу зводиться до дослідження траєкторій частинок. Маса намулів у водному шарі і в АШ розділена на велику кількість частинок однакової маси. Кожна частинка володіє трьома властивостями протягом моделювання:

1. Стан (або "зависла", або "на дні")
2. Клас розмірів (від 1 до  $n$ -того, "0" клас відповідає мулу)
3. Клас джерела (від 1 до  $n_s$ -того)

Частинки „на дні” розташовуються в АШ, де частинки піску і мулу можуть залишатися на дні. Частинки піску в АШ можуть також рухатися у вигляді донних намулів. АДШ служить джерелом частинок для АШ, коли цей шар втрачає масу за рахунок переходу частинок в завислі намули та/або дивергенції потоку донних намулів. Він також абсорбує частинки з АШ, коли товщина останнього перевершує деяке задане значення. Товщина активного шару визначена з урахуванням надходження часток наносів у водяний шар і може мінятися в часі і просторі. Модель передбачає можливість лише автоматичного збільшення цієї товщини з урахуванням змін в режимі стоку. Активні донні шари є проміжними шарами між донним шаром і завислими наносами, що містяться у водяному шарі або в рухомому шарі донних наносів.

Для моделювання перенесення завислих намулів у водному шарі використовується лагранжева модель випадкових блукань (Random Dispersion Model або RDM), у якій зміщення частинки моделюються як випадковий марківський процес [81]. Рівняння для переміщень частинки

$(d\vec{x}, dz) = (dx, dy, dz)$  на кожному кроці по часу  $dt$  мають вигляд

$$\begin{aligned}
 dx &= udt + \left( \frac{\partial K_x}{\partial x} \right) dt + \sqrt{2K} d\xi_x, \\
 dy &= vdt + \left( \frac{\partial K_y}{\partial y} \right) dt + \sqrt{2K} d\xi_y, \\
 dz &= wdt + w_s dt + \left( \frac{\partial K_z}{\partial z} \right) dt + \sqrt{2K_z} d\xi_z,
 \end{aligned}
 \tag{6.48}$$

де  $u$ ,  $v$  та  $w$  є факторами швидкості горизонтального руху частинок,  $d\xi_x, d\xi_y, d\xi_z$  – нормально розподілені випадкові величини з відхиленням рівним  $dt$ . В моделі використовується припущення, що мінливість коефіцієнту дифузії в горизонтальному напрямі є набагато меншою, ніж у вертикальному напрямі.

Переміщення кожної частинки розраховувалося в два етапи з дискретним часовим кроком  $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ . Спочатку розраховується довільне переміщення частинки  $(\Delta x_r, \Delta y_r, \Delta z_r)$  наступним чином:

$$\begin{aligned}
 \Delta x_r &= \sqrt{2K\Delta t} P_x, \\
 \Delta y_r &= \sqrt{2K\Delta t} P_y, \\
 \Delta z_r &= \left( \frac{\partial K_z}{\partial z} \right) \Delta t + \sqrt{2K_z\Delta t + \left( \frac{\partial K_z}{\partial z} \right)^2 \Delta t^2} P_z,
 \end{aligned}
 \tag{6.49}$$

де  $P_x, P_y$  і  $P_z$  – випадкові величини, рівномірно розподілені на інтервалі  $[-1; 1]$ , коефіцієнти дифузії  $K, K_z$  розраховуються на  $k$ -тому часовому кроці. Наступним кроком є розрахунок переміщення частинки при середній швидкості потоку та інтенсивності осідання за допомогою методу Рунге-Кутта другого порядку.

Значення швидкості і коефіцієнтів вертикальної і горизонтальної дифузії розраховуються з допомогою гідродинамічної моделі. Для інтерполяції цих значень в просторі і часі для кожної частинки на вибір використовуються лінійний або нелінійний метод.

**Незв'язаний режим переносу суміші пісок-мул.** Гідродинаміка взаємодії частинки суспензії на дні з потоком достатньо складна і потоки суспензії між водним шаром і АШ в моделі параметризуються на підставі відомих напівемпіричних співвідношень. Турбулентний потік завислих незв'язних наносів  $i$ -го класу  $E_s$  на рівні  $z = -H + a$  описується таким чином:

$$K_z \frac{\partial C_{s,i}}{\partial z} = w_{s,i} C_{a,i}, \quad (6.50)$$

де  $C_{s,i}$  концентрація для і-того класу піску,  $C_{a,i}$  - рівноважна концентрація для цього класу піску на деякому відліковому рівні  $a$  над дном,  $\rho_s$  - щільність часток піску [83]. Значення рівноважної концентрації може бути розраховане кількома різними методами, але модель Ван Рійна [82, 83] є однією з найбільш популярних. В цій моделі невимірне значення еталонної концентрації [83] визначається наступним чином:

$$C_{ai}^s = \frac{0.015 D_i T_i^{1.5}}{a D_{*,i}^{0.3}} \quad (6.51)$$

Відліковий рівень  $a = \max\{\sigma h, k_s\}$ , де  $k_s$  шорсткість,  $\sigma$  - найближчий до дна сігма рівень,  $D_i$  діаметр піщинки,

$$D_{*,i} = D_i \left[ \frac{(s-1)g}{v^2} \right]^{1/3}, \quad T_i = \frac{u_*^2}{u_{*,cr,i}^2 (1 + p_m^\beta)} - 1, \quad (6.52)$$

де  $s$  - питома щільність частинок,  $u_{*,cr}$  - критична динамічна швидкість розмиву, що розраховується з використанням критерію Шилдса

$$u_{*,cr,i} = \sqrt{(s-1)g D_i \Theta_{cr,i}}, \quad (6.53)$$

де  $\Theta_{cr}$  - параметр мобільності, визначений в моделі Ван Рійна [37] як

$$\Theta_{cr,i} = \begin{cases} 0.24 D_{*,i}^{-1} & , D_{*,i} \leq 4 \\ 0.14 D_{*,i}^{-0.64} & , 4 < D_{*,i} \leq 10 \\ 0.04 D_{*,i}^{-0.1} & , 10 < D_{*,i} \leq 20 \\ 0.013 D_{*,i}^{0.29} & , 20 < D_{*,i} \leq 150 \\ 0.055 & , D_{*,i} > 150 \end{cases} \quad (6.54)$$

Швидкість падіння частинок піску у воді визначається за допомогою моделі Ван Рійна [83] наступним чином:

$$\frac{w_{s,i}}{g D_i^2 / \nu} = \begin{cases} \frac{D_i^{3/2}}{18} : & D_i \leq 0.1 \\ \frac{10}{D_i^{3/2}} \left( \sqrt{1 + 0.01 D_i^3} - 1 \right) : & 0.1 < D_i \leq 1 : \\ 1.1, & D_i > 1. \end{cases} \quad (6.55)$$

Вихідна швидкість падіння частинок незв'язаних наносів визначається для кожного елемента сітки та для всіх розмірів частинок. Для кожного елемента сітки розраховується загальна кількість часток певного розміру, які осідатимуть або розмиватимуться. Моделювання процесів осідання та розмивання здійснюється шляхом відповідного маркування часток ("Зависла" або "Осаджена"). Ті частинки, які марковані як "Осажені", не переносяться в водяному шарі і залишаються в донному шарі. Режим розподілу різних фракцій піску в активному шарі відрізняється від режиму їхнього розподілу в верхньому активному шарі через те, що ці шари характеризуються різними швидкостями переходу частинок у завислий стан, результатом чого є ефект "самовідмощення".

Припускається, що швидкість переносу піску в незв'язаному донному шарі зменшується за лінійним законом зі зростанням вмісту глини в шарі піску [79].

$$\bar{Q}_i^{(s)} = \left( 1 - \frac{p_m}{p_{m,cr}} \right) \bar{Q}_i \quad (6.56)$$

де  $\bar{Q}_i$  - перенос донних наносів в незв'язаному стані. Режим переносу для частинок піску  $i$ -го класу моделюється за допомогою формули Ван Рійна [82] і визначається для кожного елемента площі. Швидкість переносу наносів може бути визначена як добуток кількості рухливих часток в елементі  $N_{bi}$ , швидкості часток  $U_{bi}$  та об'єму часток  $V_p$ , поділений на значення площі елемента  $S_E$ . Згідно з формулою Ван Рійна [82], швидкість переносу частки розраховується наступним чином:

$$U_{bi} = u_* \left( 10 - 7 \sqrt{\frac{\theta_{icr}}{\theta}} \right), \quad (6.57)$$

де критерій Шилдса  $\theta$  має наступний вигляд:

$$\theta = \frac{u_*}{(s-1)gD_i}, \quad (6.58)$$



де  $s = 1 - \rho_s / \rho_w$ ,  $\rho_s$ ,  $\rho_w$  - значення щільності частинок наносів і води, відповідно;  $g$  - сила тяжіння,  $D_i$  - діаметр частинки,  $\theta_{icr}$  - показник мобільності [82]. Загальна кількість часток в одному елементі, які будуть переноситись, розраховується за допомогою наступної залежності, яка характеризує перенос донних наносів [82]:

$$N_{bi} = S_E \frac{|Q_i|}{V_p U_{bi}} \quad (6.59)$$

Саме така кількість довільно обраних часток в певному елементі площі рухається, і модель розраховує розподіл часток між елементами в кожний окремий інтервал часу. Коли товщина активного шару в певному елементі площі є більшою або меншою за встановлене значення, надлишок відкладень накопичується в активному донному шарі або нові частки надходять до цього елемента площі з активного донного шару. Товщина активного донного шару змінюється відповідно до балансу маси.

Припускається, що для цілей моделювання процесу ерозії мулу в незв'язаному стані цілком може використовуватись наступна формула ерозії [85]:

$$E^{(m)} = p_m E_0 \left( \frac{u_*^2}{u_{ce}^{(m)2}} - 1 \right), \quad (6.60)$$

$$D^{(m)} = 0 \quad (6.61)$$

де  $E_0$  [kg m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>] – показник ерозії,  $u_{ce}^{(m)2} = \tau_{ce}^{(m)} / \rho_w$  - критична швидкість зсувів в донному шарі, яка призводить до ерозійних процесів,  $\tau_{ce}^{(m)}$  - критичний рівень ерозійного навантаження на донний шар. Оскільки вміст мулу може змінюватись, права частина рівняння (10) була помножена на  $p_m$ . Перебуваючи в незв'язаному стані, частки глини та мулу легко вимиваються з верхнього [86], тому значення  $u_{*ce}^{(m)}$  мусить бути значно меншим, ніж воно є в тому випадку, коли ці частки перебувають в зв'язаному стані. Швидкість відкладення в процесі надходження наносів з води до донного шару визначається за допомогою наступної формули [87] для умов  $C^{(m)} < C_c^{(m)}$ :

$$E^{(m)} = 0 \quad (6.62)$$

$$D^{(m)} = \frac{W_s^{(m)} C^{(m)}}{H} \left( 1 - \frac{u_*^2}{u_{cd}^{(m)2}} \right) \quad (6.63)$$

де  $W_s^{(m)}$  - швидкість осідання,  $u_{cd}^{(m)2} = \tau_{cd}^{(m)} / \rho_w$  - швидкість зсувів, яка є критичною для процесу відкладення,  $\tau_{cd}^{(m)}$  - критичний рівень зсувної напруги,  $C^{(m)} = C_0 H$ , де  $C_0 = 0.3$  кг м<sup>3</sup> – критичне значення об'ємної концентрації.

**Зв'язаний режим переносу суміші пісок-мул.** У режимі зв'язних намулів  $p_m \geq p_{m,cr}$ , ерозія як мулу, так і піску описується формулою (6.60) з поправкою на вміст піску та мулу:

$$E^{(m)} = p_m E_0 \left( \frac{u_*^2 - u_{ce}^{(m)2}}{u_{ce}^{(m)2}} \right) \quad (6.64)$$

$$E_i^{(s)} = p_{s,i} E_0 \left( \frac{u_*^2 - u_{ce}^{(m)2}}{u_{ce}^{(m)2}} \right) \quad (6.65)$$

Передбачається, що процеси осідання піску та мулу відбуваються незалежно. Для режиму зв'язних намулів транспорт донних намулів стримується:  $\vec{Q}_i^{(s)} = 0$ . Рівень дна  $\zeta$  змінюється залежно від процесів ерозії/осідання і транспорту донних намулів:

$$(1 - \varepsilon) \frac{\partial \zeta}{\partial t} = \frac{1}{\rho_s} \sum_{i=1}^n (\nabla \vec{Q}_i^{(s)} - E_i^{(s)} + D_i^{(s)}) - \frac{1}{\rho_m} (E^{(m)} + D^{(m)}) \quad (6.66)$$

**Перевірка моделі на аналітичних розв'язках та на даних експериментів** Для тестування моделі був проведений одновимірний тест з постійним режимом стоку. В ході цього тесту моделюється вертикальна дифузія та осідання наносів до моменту формування стаціонарного профілю. Розглядається випадок стаціонарного потоку в каналі з постійною глибиною. Коефіцієнт вертикальної дифузії в каналі визначався із співвідношення:

$$K_z(z) = \chi u_* z \left( z - \frac{z}{h} \right)$$

де  $\chi$  - постійна фон Кармана,  $u_*$  - динамічна швидкість,  $h$  - глибина каналу.

В Ейлеровій постановці задача, яка описує дифузію та осадження частинок, має вигляд:

$$\frac{\partial C}{\partial t} - w_s \frac{\partial C}{\partial z} = - \frac{\partial}{\partial z} K_z(z) \frac{\partial C}{\partial z}$$

з наступними граничними умовами:

$$K(z) \frac{\partial C}{\partial z} \Big|_{z=z_b} = -w_s C_a$$

Рівняння має стаціонарне аналітичне рішення:

$$C(z) = C_a \left( \frac{h-z}{z} \frac{z_{bot}}{h-z_{bot}} \right)^{\frac{w_s}{\chi u_*}}$$

Лагранжева модель була порівняна для одного класу незв'язних намулів для наступних параметрів:  $h = 0.4 \text{ м}$ ,  $u_s = 0.05 \text{ м/с}$ ,  $C_a = 1 \text{ кг/м}^3$ ,  $w_s = 0.01 \text{ м/с}$ ,  $\chi = 0.4$ ,  $m_p = 3 \cdot 10^{-8} \text{ кг}$ . Кількість лагранжевих часток дорівнювала 1 000 000.

Результати чисельного моделювання Лагранжевою та Ейлеровою моделями показана на рис. 6.14 разом з аналітичними профілями. Моделювання показало добру відповідність Лагранжевої та Ейлерової моделей для цього випадку, та те, що отримані профілі збігаються до аналітичного стаціонарного розв'язку.

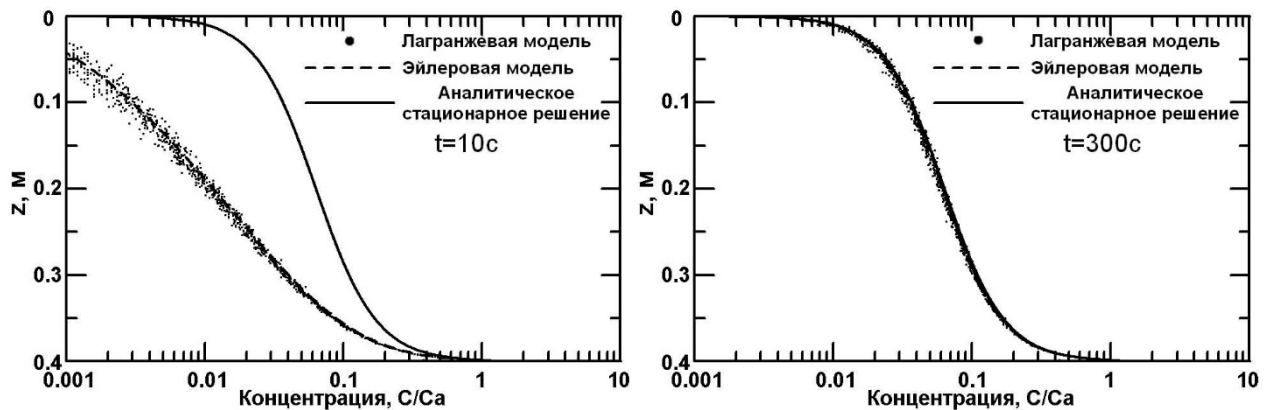
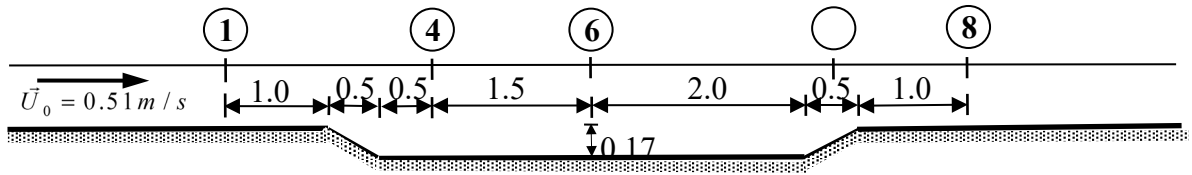


Рисунок 6.14 Перевірка моделі на аналітичних розв'язках

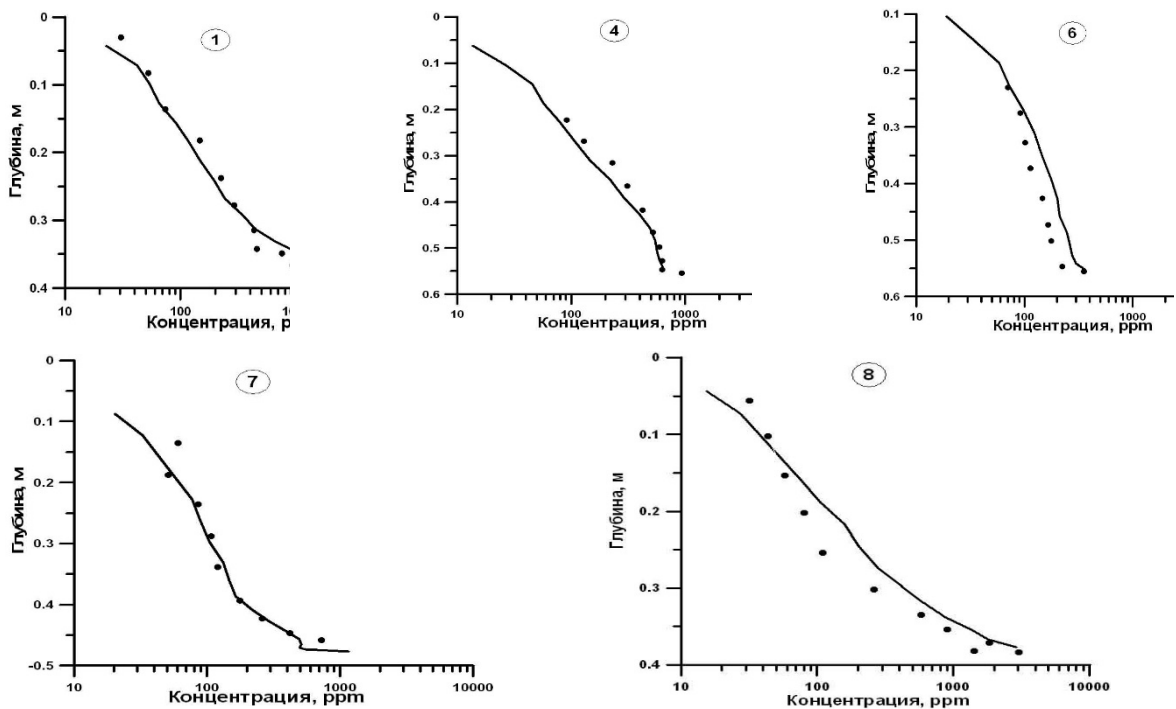
**Лабораторний експеримент Ван Рійна (1986).** Були проведені розрахунки для лабораторного експерименту [83], в якому моделювалося замулення судноплавного каналу. Експеримент проводився в лотку завдовжки 30 м, шириною 0,5 м і завглибшки 0,7 м, з робочою довжиною 10 м. Профіль дна робочої ділянки і положення профілів вимірювань приведені на рис. 6.15. Шар донних наносів складався з фракції дрібного піску  $D_{50} = 160 \mu\text{м}$ .

На вході до лотка швидкість потоку становила  $0.5 \text{ м/с}$ , а інтенсивність надходження піску була на рівні  $0.04 \text{ кг с}^{-1}\text{м}^{-1}$ .



**Рисунок 6.15** Схема експерименту

У експерименті ефективна шорсткість  $k_s = 0.025 \text{ м}$ . Течії моделювалися за допомогою тривимірної гідростатичної моделі POM [84]. У розрахунках горизонтальний крок сітки дорівнював  $5 \text{ см}$ . По вертикалі використовувалося 21 сигма-рівнів із згущенням у дна. Повне число лагранжевих частинок в завислих і донних наносах складало близько 30000. Часовий крок гідродинамічної моделі складав  $0.0025 \text{ с}$ , тоді як крок лагранжевої моделі був у п'ять разів менше. На рис.5.24 приведені виміряні і розраховані профілі концентрації завислих намулів в середньому перетині лотка в точках, що показані на рис. 5.13. Миттєва концентрація на профілі була усереднена по інтервалу  $100 \text{ с}$ . Як випливає з рис.5.24, результати вимірювань і розрахунків непогано узгоджуються.



**Рисунок 6.16** Порівняння експериментальних даних з результатами моделювання

**Тривимірна гідростатична модель SELFE** призначена для розрахунку гідродинамічних полів в озерах, естуаріях і прибережних зонах морів [85]. Модель придатна

як для застосування на короткі терміни так і для довгострокового прогнозу. Гідродинамічна модель проводить розрахунки трьох компонент швидкості, температури, солоності та коливання вільної поверхні. У моделі використовується узагальнена “genetic” модель турбулентності, яка може бути використана у  $k-\varepsilon$ ,  $k-\omega$ ,  $k-kl$  варіантах. Модель може працювати як у сігма системі вертикальних координат для точного опису рельєфу дна, так і в  $z$  – системі, коли сігма систему не можна використовувати через великі нахили дна. Також модель може працювати у змішаній системі:  $z$ -система у глибоких шарах, та сігма-система на мілководній частині області.

Рівняння моделі записуються в декартовій системі координат  $(x, y, z)$ .

Результуючими змінними гідродинаміки є три компоненти швидкості  $(u, v, w)$ , температура  $T$ , солоність  $S$  та коливання вільної поверхні  $\eta$ . Використовується припущення гідростатичності і нестисливості рідини. Нижче наведені основні рівняння:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (6.67)$$

$$\frac{du}{dt} - fv = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left( (v_t + v_f) \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial y} \right), \quad (6.68)$$

$$\frac{dv}{dt} + fu = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left( (v_t + v_f) \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial y} \right), \quad (6.69)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left( (v'_t + v'_f) \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_n \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_n \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{1}{\rho_0 c_p} \frac{\partial I}{\partial z}, \quad (6.70)$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left( (v'_t + v'_f) \frac{\partial S}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_n \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_n \frac{\partial S}{\partial y} \right), \quad (6.71)$$

$$\rho = \rho(T, S, P), \quad (6.72)$$

$$P = P_a + g\rho_0(\eta - z) + g \int_z^\eta \rho(x, y, z', t) dz' \quad (6.73)$$

Граничні умови на вільній поверхні  $z = \eta$ :

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} = w, \quad (6.74)$$

$$v_t \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\tau_{AW}^{(x)}}{\rho_w}, \quad (6.75)$$

$$v_t \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\tau_{AW}^{(y)}}{\rho_w}, \quad \frac{\tau_{AW}^{(x)}}{\rho_w} = \frac{\rho_a}{\rho_w} c_{DAW} \sqrt{u^2 + v^2} u, \quad \frac{\tau_{AW}^{(y)}}{\rho_w} = \frac{\rho_a}{\rho_w} c_{DAW} \sqrt{u^2 + v^2} v, \quad (6.76)$$

$$v_t' \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{\rho_w c_{pw}} Q_{AW}, \quad v_t' \frac{\partial S}{\partial z} = 0, \quad k = \left( \frac{u_*^s}{c_\mu^0} \right)^2, \quad \frac{v_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = (c_\mu^0)^3 \frac{k^{3/2}}{\kappa (\tilde{z} + z_0)^2}. \quad (6.77)$$

На дні  $z = -H$  :

$$-u \frac{\partial H}{\partial x} - v \frac{\partial H}{\partial y} = w, \quad v_t \frac{\partial u}{\partial z} = C_D \sqrt{u^2 + v^2} u, \quad v_t \frac{\partial v}{\partial z} = C_D \sqrt{u^2 + v^2} v, \quad v_t' \frac{\partial T}{\partial z} = 0, \quad v_t' \frac{\partial S}{\partial z} = 0, \quad (6.78)$$

На твердих границях:

$$u = 0 \quad v = 0 \quad \frac{\partial}{\partial n} (T, S, k, \varepsilon) = 0. \quad (6.79)$$

На відкритих бокових границях, якщо вода витікає, ставляться для швидкостей умови випромінення:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \sqrt{gH} \frac{\partial \eta}{\partial n} = \frac{\eta - \eta_{bound}}{T_*}, \quad \frac{\partial \phi}{\partial t} + u_n \frac{\partial \phi}{\partial n} = \frac{\phi - \phi_{bound}}{T_{**}}, \quad (6.80)$$

де  $\phi = (T, S, k, \varepsilon)$  ;  $T_*$ ,  $T_{**}$  - параметри релаксації.

Модель використовує скінчено-елементний підхід для розв'язання системи рівнянь та працює на неструктурованих трикутних сітках. Це дозволяє точно задавати границі розрахункової області та збільшувати або зменшувати роздільну здатність розрахункової сітки в місцях де потрібна більша або менша точність розрахунків. Модель використовує напів-неявну чисельну схему по часу та змішаний Ейлерово-Лагранжевий підхід у розрахунках інерційних членів рівнянь.

***Методика проведення розрахунків збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт***

Для оцінки транскордонного впливу підвищення мутності води Дунаю при проведенні днопоглиблювальних робіт у русловій частині ГСХ були виконані прогнозні розрахунки розподілу тонкодисперсних завислих речовин у руслі Кілійського та Старостамбульського рукавів, оскільки по руслу цих рукавів проходить державний кордон між Україною та Румунією.

На ділянках рукавів, розташованих безпосередньо нижче місця роботи земснаряду, де між витратою води у забрудненому струмені  $q$  та загальною витратою води у рукаві  $Q$

дотримується співвідношення  $q \ll Q$ , розподіл завислих речовин розраховувався методом Таллінського політехнічного інституту (ТПІ) [59]. Даний метод оснований на аналітичному рішенні рівняння турбулентної дифузії

$$\frac{dC}{dx} = \frac{D}{v_{cp}} \left( \frac{d^2C}{dy^2} + \frac{d^2C}{dz^2} \right), \quad (6.81)$$

де  $C$  – концентрація забруднюючої речовини,  $x$  – координата вздовж водотоку,  $y$  – вертикальна координата,  $z$  – поперечна координата, і припускається, що розподіл концентрації по ширині потоку на достатньому віддаленні від випуску описується кривою нормального розподілу.

Максимальна концентрація речовини  $C_{\max}$  у контрольному створі при цьому дорівнює:

$$C_{\max}(t) = C_{\phi} + (C_{cm} - C_{\phi}) \cdot \exp(k_n \cdot x / v) / [H \sqrt{\pi \cdot v \cdot D_z} \cdot l \cdot \Phi(\xi \sqrt{2})],$$

де  $C_{cm}$ ,  $C_{\phi}$  – відповідно, концентрація речовини у забрудненому струмені та фонові концентрація речовини у водотоку;  $k$  – коефіцієнт неконсервативності речовини;  $v$ ,  $H$  – відповідно швидкість і середня глибина водотоку;  $D_z$  – коефіцієнт дисперсії у поперечному напрямку;  $\xi$  – величина, що розраховується за формулою

$$\xi = B \sqrt{v} / (4 \sqrt{D_z} \cdot l),$$

де  $B$  – середня ширина водотоку;  $\Phi$  – інтеграл імовірності

$$\Phi(\xi \sqrt{2}) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi \sqrt{2}} e^{-t^2} dt$$

Коефіцієнт дисперсії  $D_z$  розраховується за формулою

$$D_z = \frac{H \cdot v}{3524} \cdot \left( \frac{B}{H} \right)^{1,378}$$

На більш віддалених від місця проведення днопоглиблювальних робіт ділянках водотоків, де витрата забрудненої частини потоку сумірна із загальною витратою ріки, розрахунок полів концентрацій виконувався методом Караушева. Метод полягає у чисельному рішенні рівняння турбулентної дифузії. З цією метою рівняння (6.81) записується у скінченнорізницевої формі

$$\frac{\Delta_x C}{\Delta x} = \frac{D}{v_{cp}} \left( \frac{\Delta_y^2 C}{\Delta y^2} + \frac{\Delta_z C}{\Delta z^2} \right)$$

Коефіцієнт турбулентної дифузії  $D$  розраховується за формулою

$$D = \frac{g \cdot H \cdot v}{MC_u},$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $C_u$  – коефіцієнт Шезі,  $M$  – величина, що розраховується за формулою

$$M = \begin{cases} 0,7C + 6, & C < 60, \\ 48 = const, & C \geq 60. \end{cases}$$

Шаг  $\Delta z$  задається довільно, шаг вздовж водотоку при умові плоскої задачі вибирається рівним

$$\Delta x = 0,5 \cdot \Delta y^2 / D.$$

Значення концентрації у кожній точці сітки у цьому випадку стає рівним

$$C_{k+1,m} = 0,5 \cdot (C_{k,m-1} + C_{k,m+1}), \quad (6.82)$$

де  $k, m$  – порядкові номери комірок сітки, відповідно, вздовж осей  $x$  і  $y$ .

Для розрахунку концентрацій речовини у граничних точках у формулу (6.82) замість  $C_{k,m+1}$  і  $C_{k,m-1}$  підставляються відповідно  $C_{k,l}$  і  $C_{k,K}$ , де  $K$  – кількість комірок у поперечному напрямку.

Таким чином, рівняння (6.82) дозволяє розрахувати наближене значення концентрації речовини у довільній точці водотоку.

У розрахунках передбачалося, що тонкодисперсні зависли в межах розрахункових ділянок водотоків поведуть себе як консервативні речовини, не піддаючись седиментації, тобто розглядалася найгірша в екологічному відношенні ситуація.



## **7 ОПИС ПЕРЕДБАЧЕНИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ЗАПОБІГАННЯ, ВІДВЕРНЕННЯ, УНИКНЕННЯ, ЗМЕНШЕННЯ, УСУНЕННЯ ЗНАЧНОГО НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ, У ТОМУ ЧИСЛІ КОМПЕНСАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ**

### **7.1 Заходи щодо мінімізації впливу робіт з реконструкції ГСХ р. Дунай – Чорне море на довкілля**

#### **7.1.1 Заходи щодо мінімізації впливу робіт у морській частині ГСХ та дампіngu на морський гідровідвал**

З метою мінімізації впливу та збереження нормативного стану навколишнього природного середовища, зокрема водного середовища, передбачається **комплекс заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища** у процесі розробки та дампіngu ґрунтів днопоглиблення акваторії морського підхідного каналу ГСХ “Дунай-Чорне море”, який повинен включати захисні, компенсаційні й охоронні заходи.

*Захисні заходи* включають наступні організаційно-технічні заходи, які передбачаються на стадії проектування:

- проведення днопоглиблювальних робіт у суворій відповідності до правил техніки безпеки у будівництві (СНіП-Ш-4-80, гл. 4), Правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при виробництві морських днопоглиблювальних робіт, що виконуються технічним флотом;

- здійснення до початку днопоглиблювальних робіт тралення або водолазного обстеження заглиблюваних ділянок з метою виявлення вибухонебезпечних предметів, перешкод, здатних слугувати причиною пошкодження технічних засобів і, як наслідок, загрозою життю та здоров'ю персоналу;

- при виявленні на ділянці днопоглиблювальних робіт вибухонебезпечних предметів, виділення з ґрунту шкідливих для організму людини газів роботи негайно припинити до ліквідації джерел небезпеки й отримання дозволу від відповідних органів;

- суворе виконання заходів щодо охорони навколишнього середовища, не допускати

- припинення днопоглиблювальних робіт на період несприятливих метеоумов (НМУ)

- застосування технології компактного укладання ґрунтів днопоглиблення на окремі завантажувальні блоки для забезпечення розвитку процесів ущільнення ґрунтів та бронювання поверхні гідровідвалу з метою запобігання розповсюдження ґрунтів днопоглиблення за межі гідровідвалу гравітаційними процесами та течіями різного генезису;

– окремі блоки завантаження ґрунтів днопоглиблення чергувати з періодом 1 рік для забезпечення циклу ущільнення ґрунтів днопоглиблення з максимальним проявом ефекту процесу.

– у разі створення нештатної ситуації – форс-мажорних обставин, які призвели до підвищеного рівня забруднення морського середовища будівельна та експлуатаційна організації організують заходи щодо ліквідації аварійної ситуації, що склалася, і негайно повідомляють про це природоохоронні органи та органи рибоохорони.

#### *Компенсаційні заходи*

Збиток, що заподіюватиметься живим водним ресурсам в процесі робіт та підлягає компенсації, обумовлений загибеллю кормових організмів для риби внаслідок:

- повного знищення донних біоценозів на площі днопоглиблення і складування ґрунту;
- часткового замулювання донних біоценозів на суміжних акваторіях;
- загибелі зоопланктону в зоні підвищеної мутності, що утворюється в процесі розробки ґрунтів і дампіngu.

Зареєстрована швидкість відновлення бентосу складає у залежності від субстрату від 6 місяців до 2-3 року.

У розрахунках час відновлення прийнято 2 роки.

Крім того, в процесі розробки ґрунту та його складування у товщу води надходять не тільки завислі речовини, але й розчинені забруднювальні речовини, які знаходилися у поровому розчині й були адсорбовані на частинках донного субстрату. При цьому виникає обмежене у часі і просторі погіршення якості води, яке призводить до збитків водному середовищу. Ці збитки компенсуються у формі екологічного податку за забруднення водного середовища

Методика, вихідні дані та етапи розрахунку збитків водним ресурсам та водному середовищу наведені у додатку П.

За результатами розрахунків внаслідок робіт з реконструкції ГСХ р. Дунай – Чорне море, запланованих в межах його морської частини, збитки водним ресурсам у грошовому зчисленні становитимуть: в межах робіт ПК 1 – 3702730 грн., ПК 2 – 4860651 грн., ПК 3 – 31015283 грн. У натуральному вираженні в одиницях втраченої маси рибних запасів недоотриманого вилову риби ці збитки складуть, відповідно, 6,726 т, 35,383 т та 63,489 т.

Разом за весь період робіт сума збитків живим водним ресурсам становитиме 35878664 грн або 105,598 т у натуральному вираженні.

Збитки водному середовищу в процесі робіт у морській частині ГСХ за результатами розрахунків складуть в межах робіт ПК 2 – 7648218 грн., ПК 3 – 55517294 грн. У складі робіт ПК 1 розробка ґрунту на передбачена, отже збитки водному середовищу не прогножуються.

Разом за весь період робіт сума збитків водному середовищу становитиме 35878664 грн.

#### *Охоронні заходи*

З метою зниження негативного впливу гідротехнічних робіт на стан біологічних ресурсів Чорного моря, а також враховуючи біологію основних промислових об'єктів, шляхи й терміни їх міграцій до місць нересту, з метою мінімізації негативного впливу господарської діяльності на стан біологічних ресурсів Чорноморського басейну не проводити гідротехнічні роботи у період масового нересту основних промислових риб.

Припиняти роботи з підвищеним рівнем акустичного впливу у встановлені місцевими органами періоди тиші

У разі невідкладної необхідності проведення гідротехнічних робіт у заборонені періоди роботи (періоди нересту та тиші) виконувати відповідно до науково-біологічних обґрунтувань можливості проведення днопоглиблювальних робіт у нерестовий період і заборонені для промислу риби та інших біоресурсів періоди року.

Контроль виконання технології дам্পінгу проводити шляхом додаткових досліджень динаміки рельєфу дна гідровідвалу та складованих ґрунтів днопоглиблення.

Уточнення, контроль і автоматизацію розрахунків проводити з впровадженням ГІС методів та спеціального програмного забезпечення.

Залишковий вплив на стан екосистем визначаються під час комплексного моніторингу гідротехнічних робіт.

### **7.1.2 Заходи щодо мінімізації впливу днопоглиблювальних робіт та складування у берегові відвали у річковій частині ГСХ р. Дунай – Чорне море**

#### *Захисні заходи*

Для зниження негативної дії днопоглиблювальних робіт на біоресурси та з метою збереження нормативного стану навколишнього середовища передбачається::

- використання тільки технічно справних механізмів, задіяних у процесі виконання днопоглиблювальних робіт;

- управління режимом ґрунторозробки з метою мінімізації втрат ґрунту з черпакового ланцюга у водне середовище;
- неперевищення запланованого значення об'єму розробленого й складованого ґрунту;
- недопущення забруднення водних акваторій ГММ і побутовим сміттям;
- на період несприятливих метеоумов (НМУ) розробка та складування ґрунту припиняється;
- у разі створення нештатної ситуації – форс-мажорних обставин, які призвели до підвищеного рівня забруднення морського середовища будівельна та експлуатувальна організація організують заходи щодо ліквідації аварійної ситуації, що склалася, і негайно повідомляють про це природоохоронні органи та органи рибоохорони.

***Комплекс заходів щодо охорони довкілля при розташування та спорудженні берегових відвалів включає:***

- розташування на незручних для сільськогосподарського використання землях зі збідненою флорою та фауною;
- передбачення подальшої ефективної рекультивації створюваної штучної території чи її господарського освоєння;
- окреме складування, збереження та використання знятого родючого шару ґрунту для подальшої рекультивації;
- улаштування огорожувальних дамб берегового відвалу для запобігання зміні біологічного режиму та інших природних умов прилеглих ділянок суші й акваторій;
- освітлена вода, що скидається з карт намиву, має відповідати вимогам Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами;
- комплексний екологічний моніторинг місць розташування берегових відвалів має розпочинатися з етапу вибору місць складування, продовжуватися на протязі часу спорудження кожного відвалу, стабілізації ґрунтів у відвалі та у перші 5 років після початку використання території відвалу в господарській діяльності або проведення рекультивації й здійснюватися за такими видами досліджень і показниками:
  - біологічні дослідження територій гідровідвалів і прилеглих природних територій: видовий та популяційний склад рослинного й тваринного світу, показники біорізноманіття, наявність видів тварин і рослин, занесених до червоної книги України, рослинних угруповань, занесених до зеленої книги України, а також рослин і тварин, які підлягають охороні за міжнародними угодами, ратифікованими Україною;

- хімічні дослідження складу ґрунтів днопоглиблення, розміщених у гідровідвалах за пріоритетними показниками;
- хімічні дослідження води, яка накопичується на території гідровідвалів, дренажних і дощових вод, що відводяться з територій гідровідвалів за показниками, які відповідають програмі комплексного екологічного моніторингу дельти Дунаю.

#### *Охоронні заходи*

З метою зниження негативного впливу гідротехнічних робіт на стан біологічних ресурсів Чорного моря, а також враховуючи біологію основних промислових об'єктів, шляхи й терміни їх міграцій до місць нересту, з метою мінімізації негативного впливу господарської діяльності на стан біологічних ресурсів Чорноморського басейну не проводити гідротехнічні роботи у період масового нересту основних промислових риб.

Припиняти роботи з підвищеним рівнем акустичного впливу у встановлені місцевими органами періоди тиші

У разі невідкладної необхідності проведення гідротехнічних робіт у заборонені періоди роботи (періоди нересту та тиші) виконувати відповідно до науково-біологічних обґрунтувань можливості проведення днопоглиблювальних робіт у нерестовий період і заборонені для промислу риби та інших біоресурсів періоди року.

#### *Компенсаційні заходи*

За результатами розрахунків збитків, наведених у додатку П, внаслідок робіт з реконструкції ГСХ р. Дунай – Чорне море, запланованих в межах його річкової частини, збитки водним ресурсам у грошовому зчисленні становитимуть: в межах робіт ПК 1 – 2744 грн., ПК 2 – 778358 грн., ПК 3 – 10960277 грн. У натуральному вираженні в одиницях втраченої маси рибних запасів недоотриманого вилову риби ці збитки складуть, відповідно, 0,005 т, 4,378 т та 20,937т.

Разом за весь період робіт **сума збитків живим водним ресурсам становитиме 11741378 грн або 25,32 т у натуральному вираженні.**

Збитки водному середовищу в процесі робіт у річковій частині ГСХ за результатами розрахунків складуть в межах робіт ПК 2 – 2575968 грн., ПК 3 – 25920986 грн. У складі робіт ПК 1 розробка ґрунту на передбачена, отже збитки водному середовищу не прогнозуються.

Разом за весь період робіт **сума збитків водному середовищу становитиме 28496954 грн.**

## 7.2 Заходи щодо мінімізації впливу планованої діяльності на екосистеми ДБЗ та інші території ПЗВ та Смарагдової мережі

1. На острові Єрмаків необхідно відновити умови функціонування природного заплавного лісу, його флори та фауни й затримання розвитку адвентивних видів. Для цього необхідно здійснити вирубку клену ясенелистого *Acer negundo* L. та висадку таких місцевих видів, як обліпиха крушиноподібна (*Hippophae rhamnoides* L.), шовковиця біла (*Morus alba*), шовковиця чорна (*Morus nigra* L.), глід криваво-червоний (*Crataegus sanguine* Pall), алича (*Prunus cerasifera* або *Prunus divaricata*), жерделя (*Prunus armeniaca*), слива звичайна (*Prunus domestica*), горобіна звичайна (*Sorbus aucuparia*), калина звичайна (*Viburnum opulus*), айва видовжена (*Cydonia oblonga*), черешня або вишня пташина (*Prunus avium*).

2. З метою забезпечення умов стабільного розвитку репродуктивної можливості новоутворених екосистем о. Єрмаків, збереження біорозмаїття, туристичної привабливості острова та його господарського значення (в першу чергу як пасовища), а також для попередження відновлення осолонцювання, необхідно підтримувати у поглибленому стані роздамбовані ділянки острова, а при можливості – створювати нові. Особливо важливо підтримувати проточність зроблених проранів, через які заходить вода і які швидко замулюються.

3. Створити регіональний центр моніторингу нових видів і впроваджувати заходи щодо обмеження поширення небезпечних видів, включаючи регулярний контроль за появою та поширення небезпечних видів флори та фауни.

4. З метою запобігання потрапляння адвентивних видів рослин у природні комплекси здійснити реконструкцію зруйнованих раніше ділянок у районі порту Усть-Дунайськ із відтворенням природних умов для відновлення природної флори та виконувати роботи щодо експлуатації ГСХ з дотриманням природоохоронних норм.

5. Здійснити необхідні меліоративні роботи з розчищення виходу рукава Восточний у море та каналу, що з'єднує рукав Восточний з кутом Ананькін – цінної у природоохоронному значенні водойми, у тому числі як місця мешкання рідкісних видів риб, а також виконати аналогічні роботи у рукаві Рибачий жолобок, який з'єднує Ананькін кут із рукавом Старостамбульський..

### **7.3 Пропозиції щодо зменшення кумулятивного впливу планованої діяльності на якість води та іхтіофауни, в тому числі у транскордонному контексті**

Заходи, спрямовані на запобігання впливу планованої діяльності на фактори довкілля, включаючи якість води та стан іхтіофауни розглянуто у підрозділах 7.1 і 7.2. Але для попередження розвитку кумулятивних впливів від спільної дії планованої діяльності та іншої господарської діяльності у басейні Дунаю необхідно приділяти не менше уваги і заходам з контролю і попередження негативних впливів іншої господарської діяльності. Рекомендації щодо впровадження таких заходів вміщено у додатках Р та С.

### **7.4 Пропозиції щодо вдосконалення системи моніторингу в дельті Дунаю**

На підставі аналізу моніторингових робіт у дельті Дунаю від початку будівництва ГСХ Дунай – Чорне море до 2020 р. розроблені рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу в дельті Дунаю. При цьому враховані і рекомендації Інституту гідробіології НАН України запропоновано рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу в дельті Дунаю [27]).

1. Здійснювати дослідження щорічно два рази на рік у червні (після паводку) та жовтні (межінь), що дозволяє уникнути виявлення негативних наслідків для біотичних угруповань, пов'язаних зі складною гідрологічною ситуацією, і не охоплює періоди початку й закінчення вегетації макрофітів, а також період нересту риб.

2. Зважаючи на особливості біоти Дунаю та розробки українських і закордонних фахівців [Гриценко та ін., 2012; Гончарова та ін., 2019; Пашкова, 2012, Padovesi-Fonseca С., 2020], запропоновано додатково ввести біотестування токсичності води й донних відкладів при оцінці екологічного стану та пошуку референційних ділянок, перелік біологічних елементів якості доповнити зоопланктоном, додати до переліку дескрипторів у структурні характеристики понто-каспійської фауни.

3. Розширити кількість моніторингових ділянок уверх за течією вздовж траси ГСХ, звертати особливу увагу на проникнення та розповсюдження видів-вселенців через антропогенно порушені екосистеми (місця днопоглиблювальних робіт).

4. Розширити кількість моніторингових ділянок уздовж переднього краю дельти для встановлення референційних значень дескрипторів в умовах зони екологічної напруги – різкої зміни дії природних чинників навколишнього середовища.

5. Відсутність прямих негативних наслідків впливу будівництва та експлуатації ГСХ на прісноводні екосистеми, встановлена попередніми дослідженнями, не гарантує відсутності

таких впливів у подальшому, при втіленні другої черги проекту та інтенсифікації судноплавства. Оцінка таких впливів повинна здійснюватися після детального їх дослідження *in naturae*, що у подальшому дозволить розробити заходи щодо їх мінімізації. Це потребує щорічного проведення дослідницького моніторингу стану прісноводних екосистем.

Узагальнена структура моніторингу прісноводних екосистем, яка включає дескриптори шести біологічних елементів якості (фітопланктон, фітомікробентос, водні макрофіти, зоопланктон, донні безхребетні та іхтіофауна (молодь риб), а також супроводжуючі виміри й дослідження, наведена у табл. 7.4.

**Таблиця 7.4 – Пропозиції до процедури моніторингу екологічного стану водних об’єктів, розташованих у зоні впливу ГСХ Дунай–Чорне море [27].**

Період	Біотична складова		Абіотична складова (додаткова)
	Біологічні елементи якості	Дескриптори біологічних елементів якості	
жовтень, червень	фітопланктон та мікрофітобентос	<ul style="list-style-type: none"> <li>чисельність,</li> <li>біомаса</li> <li>видове багатство,</li> <li>таксономічне багатство,</li> <li>сапробіологічний індекс</li> <li>інвазійні види</li> <li>функціональний індекс угруповань</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>температура води,</li> <li>глибина,</li> <li>прозорість,</li> <li>pH,</li> <li>солоність,</li> <li>електропровідність</li> <li>% NaCl</li> <li>токсичність донних відкладів методом біотестування,</li> <li>токсичність води методом біотестування</li> </ul>
	макрофіти	<ul style="list-style-type: none"> <li>кількість видів</li> <li>кількість родин</li> <li>кількість поясів</li> <li>проективне покриття водного дзеркала,</li> <li>частота зустрічальності та частка проективного покриття інвазійних видів,</li> <li>індекси трофності (IBMR)</li> </ul>	
	зоопланктон	<ul style="list-style-type: none"> <li>загальна кількість видів;</li> <li>частка видів понто-каспійського комплексу;</li> <li>частка інвазійних видів;</li> <li>індекс сапробності за Пантле-Букк</li> </ul>	
	бентосні безхребетні	<ul style="list-style-type: none"> <li>кількість видів,</li> <li>чисельність,</li> <li>біомаса,</li> <li>домінуючі види,</li> <li>види, що підлягають особливій охороні та види, що перебувають під загрозою зникнення,</li> </ul>	



Період	Біотична складова		Абіотична складова (додаткова)
	Біологічні елементи якості	Дескриптори біологічних елементів якості	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• частка видів понто-каспійського комплексу</li> <li>• інвазійні види,</li> <li>• індекси саробності (Z&amp;M, TVI),</li> <li>• індекси якості вод (BBI, VMWP)</li> </ul>	
	іхтіофауна (молодь риб)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• видовий склад,</li> <li>• чисельність,</li> <li>• кількість видів, що підлягають особливій охороні,</li> <li>• кількість інвазійних видів,</li> <li>• кількість молоді “на скаті”;</li> <li>• індекс EFI</li> </ul>	

### **7.5 План заходів з мінімізації можливих негативних впливів при реалізації проекту реконструкції ГСХ р. Дунай – Чорне море та компенсаційних заходів**

За результатами моніторингових досліджень української частини дельти р. Дунай УКРНДІЕП було розроблено План щодо компенсаційних заходів або заходів з мінімізації можливих негативних впливів при реалізації нового проекту ГСХ р. Дунай – Чорне море.

**1. Проведення поглиблення русел рукавів ГСХ, зокрема перекатів на Кілійському гирлі вздовж траси ГСХ у найближчі роки – з метою часткового відновлення водного режиму дельти, порушеного в результаті попередніх антропогенних впливів: випрямлення русл рукавів і будівництва струмененапрямної дамби на розгалуженні рукавів Кілійський та Тульчинський, проведених Румунією.**

**2. Забезпечення грошового відшкодування неусувних збитків із спрямуванням коштів у відповідності до чинного законодавства України на рівноцінне покращення стану природного середовища (наприклад: компенсація збитків рибним ресурсам шляхом будівництва риборозводного об'єкта) у найближчі роки – з метою відтворення стану біорізноманіття довкілля:**

– розробка, затвердження та впровадження порядку сплати та використання грошового відшкодування неусувних збитків, які виникають під час проведення днопоглиблення на судноплавних шляхах та акваторіях України;

– розробка, затвердження та впровадження Програми будівництва риборозводних об'єктів.

3. Реалізація заходів з підвищення орнітологічної ємності ділянок територій, що зазнають впливу. **Побудова штучних плавучих островів** (наприклад, у кутах Ананькін і Потапівський) згідно з відповідними планами робіт – з метою запобігання локальним впливам ГСХ по гирлу Бистре на гніздові поселення наземно гніздуючих видів птахів. Подібні спорудження будуть приваблювати для гніздування крячків та деяких видів куликів. Враховуючи факт появи є приморській частині ДБЗ шакала звичайного, до раціону харчування якого входять птахи та їх яйця, та той факт, що шакал може добре плавати, необхідно на плавучих островах по периметру встановити невисокі загорожі.

4. **Здійснення програми комплексного моніторингу стану навколишнього середовища** при проведенні екологічного моніторингу водного середовища – з використанням сучасної методології, заснованої на підходах Водної Рамкової Директиви ЄС, – з метою своєчасного виявлення тенденцій до прояву можливих негативних наслідків експлуатації ГСХ на постійній основі.

5. **З метою зниження негативного впливу на умови відтворення риб** (на постійній основі) доцільно:

– у період заборони на промисел камбали-калкан (травень) і азово-чорноморських кефалей (кінець серпня – початок вересня) днопоглиблення проводити на морській частині підхідного каналу, прилеглої до гирла Бистре (найбільш розпріснена ділянка);

– експлуатацію відвалу здійснювати відповідно до проектних рішень, спрямованих на рівномірне заповнення підводного відвалу за рекомендованими завантажувальними ділянками, з урахуванням графіку заповнення карт;

– обмежувати обсяги днопоглиблювальних робіт у нерестові періоди й періоди скату памолоді риб, які узгоджені в обґрунтуванні, для кожного конкретного виду, на який здійснюється вплив, мінімально необхідними для забезпечення безпеки судноплавства виробничими величинами і, по можливості, забезпечити повну перерву у роботах у дні найбільш інтенсивного нерестового ходу оселедця.

6. **Збереження і модернізація існуючої системи гідрологічного та гідрохімічного моніторингу** на українській ділянці дельти Дунаю. Динамічна система дельти потребує збільшення частоти вимірювань та відкриття додаткових стаціонарних пунктів спостережень і насамперед морської гідрометеорологічної станції у гирлі Бистрого – на постійній основі, з метою своєчасного виявлення тенденцій до прояву можливих негативних наслідків експлуатації ГСХ.

7. **На території ДБЗ створити регіональний центр моніторингу нових видів** та впроваджувати заходи щодо обмеження поширення небезпечних видів у зв'язку зі збільшенням кількості нових для України видів-вселенців в останні роки на території

заповідника, що у значній мірі пояснюється, зокрема, підсиленням транспортних потоків – у найближчі роки, з метою запобігання й попередження біологічних інвазій.

**8. Контроль за складуванням ґрунтів на морський підводний відвал** – з метою запобігання порушенню проектних рішень, що може призвести до додаткового навантаження на природні морські системи, – потрібно здійснювати шляхом виконання на відвалі регулярних (один раз у півріччя) промірів глибин з наступними параметрами: відстань між промірними профілями – 100 м; відстань між точками на промірному галсі – 10 м. На підставі виконаних промірів розробляти оперативну схему укладання ґрунтів на наступне півріччя. Оскільки значну частину островів і берегових територій останнім часом було здано в оренду та розпайовано, скид ґрунту там може бути проблемним, тому велику частину ґрунту доведеться скидати у Кілійське гирло. У зв'язку з цим, для припинення взаємних звинувачень з приводу дампінгу ґрунту в Кілійське гирло між Румунією та Україною необхідно розробити спільні або узгоджені місця його скиду.

**9. Заходи щодо створення вискоєфективної системи попередження та захисту населення, інфраструктури й природи Придунав'я від негативного впливу явищ техногенного та природного характеру:** у найближчі роки, з метою збереження і модернізації існуючої системи гідрологічного й гідрохімічного моніторингу на українській ділянці дельти Дунаю, зокрема збільшення частоти вимірювань і відкриття додаткових стаціонарних пунктів спостережень, інформаційного забезпечення судноплавства по ГСХ Дунай-Чорне море, відстеження антропогенного впливу на природні еволюційні процеси, побудови прогнозних оцінок ефективності заходів:

- модернізація системи гідрометеорологічного моніторингу дельти та узмор'я Дунаю, у першу чергу – відкриття морської гідрологічної станції у гирлі рукава Бистрий;
- модернізація системи гідрохімічного моніторингу;
- створення постійно діючої математичної моделі для прогнозу очікуваних змін морфології, гідрологічного та гідрохімічного режиму дельти та узмор'я Дунаю з урахуванням можливих сценаріїв змін клімату, стоку води й наносів Дунаю, рівня Чорного моря та різноманітних варіантів водогосподарчих і гідротехнічних заходів.

**10. Прискорення завершення створення спільного україно-румунно-молдовського моніторингу усієї дельти Дунаю** та організації роботи спільної україно-румунно-молдовської робочої групи щодо співробітництва з питань транскордонних впливів господарської діяльності на екологічний стан дельти Дунаю, зокрема, у зв'язку з масштабним перерозподілом стоку ріки на користь румунського Тульчинського гирла – найбільш значним негативним фактором зараз для української частини дельти Дунаю. У межах об'єднаного україно-румунно-молдовського екологічного моніторингу прискорити розробку регламенту та

спільної методології транскордонної оцінки імовірних впливів на довкілля – у найближчі роки, з метою узгодження оцінки транскордонного впливу антропогенної діяльності у дельті Дунаю; синхронізація спостережень.

**11. Оцінка впливу рекреаційної діяльності у дельті Дунаю (українська та румунська частини) на стан екосистем р. Дунай і прибережної частини Чорного моря – у найближчі роки, з метою запобігання локальним впливам.**

**12. Організація та проведення додаткових багаторічних поглиблених досліджень проникнення солоного клину в р. Бистрий за спеціальною програмою із залученням гідрологів, океанологів, хіміків і біологів – у найближчі роки, з метою об'єктивної оцінки впливу експлуатації ГСХ.**

**13. Періодичне розчищення від мулу проранів у дамбах на о. Єрмаків, а також єриків на українській частині дельти – на постійній основі, з метою забезпечення промивання о. Єрмаків і відновлення його екосистеми, створення оптимальних умов для покращення гідроекосистем дельти.**

**14. Супроводження проведення робіт комплексним науковим та інженерним моніторингом – для контролю екологічної безпеки складування ґрунту на відвалі. Для визначення чисельних характеристик та об'єктивної оцінки впливу відвалу на морфологію прилеглих акваторій рекомендується проведення спостережень за розповсюдженням і переміщенням ґрунтів, укладених на відвалі, шляхом детальних промірів глибин на акваторіях, прилеглих до відвалу, та оцінки масштабів перенесення ґрунту з морського відвалу за допомогою методу «мічених» (забарвлених) ґрунтів, методу спостережень за зміною фізико-механічних властивостей донних відкладень морського відвалу й прилеглих акваторій із визначенням кореляційних залежностей між ними. Розрахунок залишкової ґрунтомісткості гідровідвалу доцільно виконувати за методикою, модифікованою автоматизацією обчислень, впровадженням ГІС методів, програм і пакетів Sagaxis, QUANTUMGIS, Autocad Civil3d, викладених у нормативних документах: РД 31.74.07-79, РД 31.74.04-2002, РД 31.74.08-94.**

## **8. ОПИС ОЧІКУВАНОВОГО ЗНАЧНОГО НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ, ЗУМОВЛЕНОГО ВРАЗЛИВІСТЮ ПРОЕКТУ ДО РИЗИКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ЗАХОДІВ ЗАПОБІГАННЯ ЧИ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВПЛИВУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗАХОДІВ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ**

Вразливість прийнятих рішень у розрізі надзвичайних ситуацій розглянута за загальними ознаками, критеріями та ризиками виникнення.

### **Визначення та загальна характеристика надзвичайних ситуацій**

Загальні ознаки надзвичайної ситуації наступні:

- наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності;
- заподіяння економічних збитків;
- істотне погіршення стану довкілля.

До надзвичайних ситуацій, зазвичай, призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі, як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти тощо.

Надзвичайна ситуація (НС) – це обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності. Залежно від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначаються такі види надзвичайних ситуацій: техногенного характеру; природного характеру; соціальні; воєнні.

НС техногенного характеру – це промислові, транспортні аварії (катастрофи) з вибухом, пожежі, аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд і будівель, аварії на інженерних мережах, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо.

НС природного характеру – це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, пов'язане з небезпечним геофізичним, геологічним чи гідрологічним явищем (землетруси, повені, урагани, снігові замети та ін.), деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах,

зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо.

Під порушенням нормальних умов життєдіяльності розуміється відсутність питного водопостачання, водовідведення, електро-, газо- і тепlopостачання (в осінньо-зимовий період) та/або така зміна технічного стану житлового будинку (приміщення), внаслідок якої він став аварійним або не придатним до експлуатації, та/або зміна території (об'єкта), внаслідок якої проживання населення і провадження господарської діяльності на території (об'єкті) є неможливим.

Соціальні НС, що пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: терористичні акти (збройний напад, захоплення важливих об'єктів, напад на екіпаж повітряного або морського судна), викрадення чи знищення суден, захоплення заручників, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях тощо.

Воєнні НС – пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин, нафтопродуктів, вибухівки тощо.

Залежно від обсягів заподіяних надзвичайною ситуацією наслідків, обсягів технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації, визначаються такі рівні надзвичайних ситуацій: державний; регіональний; місцевий; об'єктовий.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. №368 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» надзвичайні ситуації класифікуються за рівнями. Відповідно до територіального поширення, обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, визначаються чотири рівні надзвичайної ситуації за класифікаційними ознаками (таблиця 8.1).

За критеріями визначення рівня надзвичайної ситуації планована діяльність відноситься до об'єктового.

Прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій (НС) засновано на тісному зв'язку двох процесів – впливу вражаючих факторів на об'єкт і опору самих об'єктів (елементів ризику) до цих дій. Ці процеси носять яскраво виражений випадковий характер. Наприклад, в силу того, що неможливо заздалегідь достовірно визначити, яка інтенсивність коливань поверхневих шарів Землі під час землетрусу буде спостерігатися в районі розташування об'єкта, або який тиск на фронті повітряної ударної хвилі буде діяти на спорудження, ці вражаючі фактори з різною ймовірністю можуть набувати різних значень.

Таблиця 8.1 - Критерії визначення рівня надзвичайної ситуації

Рівень НС	Загинуло, осіб	Постраждало, осіб	Порушено умови життєдіяльності населення понад 3 доби, осіб
<i>Державний</i>	10	300	50 тис.
З урахуванням збитків	5	100	10 тис.
Територіальне поширення	НС поширилась або може поширитись на територію інших держав. НС поширилась на територію двох регіонів, а для її ліквідації необхідні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менше ніж 1 % видатків їх бюджетів		
<i>Регіональний</i>	5	100	10 тис.
З урахуванням збитків	3 – 5	50 – 100	1 – 10 тис.
Територіальне поширення	НС поширилась на територію двох регіонів, а для її ліквідації необхідні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менше ніж 1% видатків їх бюджетів		
<i>Місцевий</i>	2	50	1 тис.
З урахуванням збитків	1 – 2	20 – 50	100 – 1 тис.
Територіальне поширення	НС поширилась на територію, загрожує довкіллю, населеним пунктам, спорудам, а для її ліквідації необхідні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цього об'єкта		
<i>Об'єктовий</i>	Критерії надзвичайної ситуації не досягають зазначених показників		

Крім того, навіть при впливі однакової напруги на спорудження, буде існувати певна ймовірність їх руйнування або отримання ушкоджень різного ступеня тяжкості. На ймовірність руйнування елементів ризику також впливає розкид міцності матеріалів, відхилення будівельних елементів від планованих розмірів, відмінність умов виготовлення елементів та інші фактори.

Поразка людей буде залежати як від перерахованих факторів, так і від інших випадкових подій.

Зокрема, від ймовірності розміщення людей в зоні ризику, щільності розподілу персоналу в межах об'єкта і ймовірності поразки уламками при отриманні будівлями тій чи іншій мірі ушкодження.

Ризик – імовірнісна міра небезпеки, встановлена у вигляді можливого збитку за заданий час.

Вражаючі фактори при розрахунку наслідків НС – впливи, що викликають основні руйнування і ураження.

Закони руйнування споруди і поразки людей (функції уразливості) - залежності

ймовірностей пошкодження будівлі або ураження людини від інтенсивності вражаючого фактора, що характеризують опір елементів ризику впливу вражаючих факторів (основні терміни при прогнозуванні наслідків НС).

Вражаючі фактори НС та їх основні визначальні параметри наведені в таблиці:8.2

**Таблиця 8.2 – Характеристика видів НС**

Види НС	Вражаючий фактор	Параметр
Землетруси	Уламки будівель споруд	Інтенсивність землетрусу
Вибухи	Повітряна ударна хвиля	Надмірний тиск у фронті повітряної ударної хвилі
Пожежі	Теплове випромінювання	Щільність теплового потоку
Цунамі	Хвиля цунамі	Тиск гідравлічного потоку
Руйнування гребель	Хвиля прориву	
Радіаційні аварії	Радіоактивне зараження	Дози опромінення
Хімічні аварії	Токсичні навантаження	Токсодоза

### **Заходи з попередження та ліквідації потенційних шкідливих екологічних наслідків аварійних ситуацій**

Можливі причини виникнення і розвитку аварійних ситуацій умовно розділені на три взаємопов'язані групи:

- відмови устаткування;
- помилкові дії робочих та ІТР;
- зовнішні впливи природного і техногенного характеру, включаючи стороннє втручання.

При проведенні робіт все обладнання повинно бути у справному стані, сертифіковане в Україні.

Ризики виникнення та розвитку аварійних та надзвичайних ситуацій зведені до мінімуму при залученні до робіт кваліфікованих профільних робітників, а також при дотриманні правил безпеки і чистоти.

Запобіжними заходами при надзвичайних ситуацій природного походження (землетрус, повінь, стихійні лиха, несприятливі метеоумови) мають бути інженерно-технічні заходи на всіх рівнях системи цивільного захисту, які забезпечать:

- відвернення або зниження до прийнятного рівня негативного впливу на території, будівлі і споруди, які захищаються, діючих і пов'язаних з ними можливих небезпечних процесів;



- переважне застосування активних методів захисту;
- проведення робіт способами, які не призводять до появи нових та інтенсифікації діючих процесів;
- поєднання запобіжних заходів із заходами щодо охорони навколишнього природного середовища;
- за необхідності, моніторинг та систематичний контроль за станом територій, які захищаються і за роботою інженерних захисних споруд.

Як показують результати проведеної оцінки впливу на довкілля, значного негативного впливу в результаті проведення планованої діяльності при дотриманні технічних і технологічних нормативів, нормативно-правових документів не очікується.

Комплекс технологічних, технічних, організаційних рішень, забезпечує надійну безаварійну роботу технологічних об'єктів. Плановані рішення забезпечують високий ступінь надійності функціонування технологічних споруд та обладнання.

З метою уникнення значного негативного впливу планованої діяльності на довкілля та виникнення надзвичайних ситуацій та аварій під час провадження планованої діяльності передбачено:

- забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту;
- розміщення інформації про заходи безпеки та відповідну поведінку у разі виникнення аварії;
- організацію та здійснення під час виникнення надзвичайних ситуацій евакуаційних заходів щодо працівників та майна.

В даному розділі питання виникнення аварійних ситуацій розглядаються в прив'язці до процесу реконструкції ГСХ «Дунай-Чорне море». Приклад гіпотетичної аварії у період експлуатації ГСХ наведено у підрозділі 5.4.

Виходячи з визначення аварії, при днопоглиблювальних роботах на розглянутому об'єкті можливі такі аварійні ситуації:

- відмова механізмів, негативний прояв "людського фактору", коли відбувається залповий скид/викид забруднюючої речовини (наприклад, розлив нафтопродукту);
- пожежа, наприклад, на земснаряді або на іншому судні земкаравану з-за його неправильної експлуатації або обслуговування, в результаті чого в атмосферне повітря короткочасно будуть надходити продукти згоряння, а аварійна ситуація може розвиватися по ефекту "доміно".

Заходи запобігання таких аварійних ситуацій і аварій та порядок реагування на них ті ж, що і на інших об'єктах Філії Дельта-лоцман ДП «АМПУ» і при експлуатації суден

технічного флоту, які проводяться за спеціальними постійно діючими аварійних планів виконавців днопоглиблювальних робіт.

При розливі нафтопродукту основними діями повинні бути:

- запобігання витоку нафтопродукту;
- виключення (запобігання) скидання нафтопродукту з палуби (з берега) на акваторію;
- якщо нафтопродукт потрапив або може потрапити на акваторію, встановлення бонових загороджень;
- збір розлитого нафтопродукту з застосуванням нафтозборних коштів, сорбентів, з використанням препарату "Еконадин";
- повідомлення про подію Державної екологічної інспекції з охорони довкілля Північно-Західного регіону Чорного моря.

При пожежі основними діями повинні бути:

- повідомлення про подію Державної пожежної охорони;
- по можливості, видалення з пожежонебезпечної зони горючих і вибухонебезпечних речовин;
- застосування первинних засобів пожежогасіння;
- заходи по запобіганню поширення пожежі.

Слід підкреслити, що днопоглиблювальні роботи будуть здійснюватися в умовах діючого суднового ходу. Всі технологічні перестановки земснарядів, а також перекладання технологічних якорів в кожному конкретному випадку повинні узгоджуватися з портовою владою і виконуватись під керівництвом капітана-багермейстера земснаряду.

Під час виконання днопоглиблювальних та промірних робіт, необхідно здійснювати регулярний контроль зміни рівня води контрольної водомірної рейки. Частота зняття рівня – не рідше 2-х разів на день.

Маршрути руху шаланд до місця відвалу ґрунту повинні бути визначені і затверджені.

В період виробництва робіт капітан багермейстер і його помічники зобов'язані керуватися прогнозами погоди по даному району, завчасно приймаючи заходи, передбачені в РД «31.74.07-83 «Настанова щодо забезпечення навігаційної безпеки роботи днопоглиблювального флоту».

Днопоглиблювальні роботи в зимових умовах здійснюються відповідно до плану виробництва робіт, які передбачають додаткові заходи по створенню умов, які забезпечують можливість ефективної та безпечної роботи днопоглиблювального і обслуговуючого флоту.

Спостереження за прогнозом погоди повинно здійснюватися систематично для своєчасного вжиття заходів щодо виключення небажаних аварійних наслідків. При отриманні штормового попередження плавтехзасоби повинні бути надійно розкріплені на дільниці

проведення робіт.

Елементи плавучої обстановки на акваторії в зоні робіт (віхи, буї тощо), що позначають створи прорізів, небезпечні зони для плавтехзасобів і т. п., пошкоджені в результаті штормового впливу повинні відновлюватися в оперативному порядку до початку виконання робіт у кожному конкретному випадку.

При виробництві днопоглиблювальних робіт, підрядна організація повинна мати відповідний дозвіл територіального Управління Держкомітету України по нагляду за охороною праці.

На час виконання днопоглиблювальних робіт повинна бути організована рятувальна служба, в тому числі:

- на спеціально відведених видних місцях судів земкаравану, повинні бути розміщені рятувальні круги, багри, фали, а також рятувальна шлюпка, оснащена необхідною кількістю рятувальних засобів та предметами для надання першої допомоги;

- усі працівники повинні вміти плавати, мати рятувальні жилети і монтажні пояси.

При виявленні вибухонебезпечних предметів на ділянці слід негайно припинити днопоглиблювальні роботи і не поновлювати до отримання дозволу від відповідних органів.

При виявленні на ділянках робіт виділення з ґрунту шкідливих для організму людини газів, робота повинна бути зупинена. Режим подальшої роботи та інші заходи щодо захисту команди земснаряда і ґрунтовідвозних шаланд повинні бути узгоджені з органами санітарного нагляду.

Обов'язково дотримувати правила пожежної охорони на суднах технічного флоту.

При роботі земснаряду підхід плавзасобів у районі ґрунтозабірного пристрою категорично заборонений.

Особливу увагу слід звернути на безпеку під час перевезення людей на берег і з берега на працюючі суду.

У разі отримання в установленому порядку повідомлення про виникнення несприятливих метеорологічних умов інтенсивність роботи судів земкаравану знижується, а при необхідності зупиняється.

### **Заходи запобігання чи пом'якшення впливу на довкілля та заходи реагування при виникненні аварійних забруднень атмосферного повітря**

Відповідно до вимог Закону України «Про охорону атмосферного повітря» на підприємстві розроблені спеціальні заходи щодо охорони атмосферного повітря на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, а також вживатимуться заходи для ліквідації причин, наслідків забруднення атмосферного повітря.

У разі виникнення надзвичайної ситуації (виявлення в атмосферному повітрі однієї або

кількох речовин, кількість яких перевищує їх максимальні разові ГДК, спричиненого аварією, катастрофою, стихійним лихом, що створило загрозу здоров'ю населення, призвело або може призвести до матеріальних втрат) негайно буде передана інформація про це органам виконавчої влади або органам місцевого самоврядування разом з пропозиціями про вжиття необхідних заходів для ліквідації наслідків аварії, катастрофи, стихійного лиха, у відповідності до вимог ПКМУ від 14 серпня 2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

### **Заходи запобігання чи пом'якшення впливу на довкілля та заходи реагування при виникненні аварійних забруднень земель**

Відповідно до вимог Закону України «Про охорону земель» підприємство своєчасно інформуватиме відповідні органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування про стан, деградацію та забруднення земельних ділянок.

У разі можливого забруднення земель небезпечними відходами, у тому числі аварійними, викидами від стаціонарних і пересувних джерел за рішенням місцевої державної адміністрації або органу місцевого самоврядування будуть проведені постійні або періодичні обстеження хімічного складу ґрунтів з метою виявлення та визначення їх негативного впливу на здоров'я людини, а також окремих видів природних ресурсів і довкілля в цілому.

В разі наявності у підприємства об'єктивної інформації про виникнення або загрозу виникнення надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру підприємство зобов'язується надати її Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України і ДСНС та її територіальним органам та обласній держадміністрації у відповідності до вимог пункту 19 Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30.03.1998 р. № 391.

### **Заходи реагування при виникненні надзвичайної екологічної ситуації**

Надзвичайна екологічна ситуація – надзвичайна ситуація, при якій на окремій місцевості сталися негативні зміни в навколишньому природному середовищі, що потребують застосування надзвичайних заходів з боку держави.

У разі оголошення на території планованої діяльності зони надзвичайної екологічної ситуації на підприємстві відповідно ст. 66 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачено:

- неухильно дотримуватись встановленого правового режиму зони надзвичайної екологічної ситуації;
- проводити мобілізацію ресурсів та зміну режиму роботи підприємства з метою проведення аварійно-рятувальних та відновлювальних робіт;
- вжити заходів щодо нормалізації екологічного стану на території планованої

діяльності.

### **Заходи реагування на аварійні ситуації спричинені сейсмічними чинниками**

Оцінювання можливості виникнення аварійної ситуації на території планованої діяльності внаслідок дії сейсмічного чинника можливе порівнянням бальності виникнення землетрусу в цій місцевості та ступеня руйнування обладнання при даній інтенсивності за шкалою М8К-64, яка аналогічна шкалі Ріхтера, але супроводжується описом можливих наслідків для кожною балу. На території планованої діяльності відзначається бал сейсмічної інтенсивності на рівні 7-8 за шкалою MSK-64 в залежності від ділянки робіт.

Землетрус характеризується необхідністю пошуку постраждалих, забезпечення доступу рятувальників і рятування людей, надання першої невідкладної медичної допомоги тощо.

Складність проведення рятувальних робіт обумовлена великою кількістю постраждалих людей, які опинилися в завалах, необхідністю виконання складних інженерних робіт та загрозою подальшого руйнування.

Особливі вимоги ставляться до безпечного ведення рятувальних робіт у зонах руйнувань.

У разі виникнення землетрусу суб'єкт господарювання зобов'язується:

- створити усі умови, організувати постійний контроль за виконанням рятувальниками належних заходів щодо їх безпеки, забезпечити своєчасне надання допомоги постраждалим рятувальникам;

- встановити наявність постраждалих, їх кількість та, за можливості, стан; характер та межі зони руйнувань; можливість подальшого руйнування конструкцій; розміщення у зоні надзвичайної ситуації небезпечних об'єктів;

- встановити наявність небезпечних факторів (вогонь, підтоплення, витік газу, попадання води в завал, наявність обірваних електромереж під напругою тощо) та ступінь їх загрози;

- встановити наявність та стан шляхів транспортування постраждалих з небезпечної зони;

- спільно з підрозділами оперативно-рятувальної служби цивільного захисту проводити пошуково-рятувальні роботи, а саме: візуальне обстеження постраждалої території, опитування очевидців та врятованих постраждалих;

- провести прослуховування завалів; обстеження пошкоджених (зруйнованих) будівель та споруд.

З урахуванням ймовірності виникнення аварійних ситуацій, одним з ефективних методів мінімізації збитку від потенційних аварій є готовність до них розробка сценаріїв можливого розвитку при аварії і сценаріїв реагування на них. Основними заходами

попередження можливих аварійних ситуацій є суворе виконання технологічної та виробничої дисципліни, виконання проектних рішень і оперативний контроль.

Керівництво суб'єкта господарювання в повній мірі має усвідомлювати свою відповідальність даної проблеми, і забезпечити безпеку діяльності, взаємодіючи з органами нагляду та інспекціями, що відповідають за екологічну безпеку і здоров'я місцевого населення і працюючого персоналу, дотримуватися всіх нормативних вимог до інженерно-екологічної безпеки ведення робіт на всіх етапах здійснюваної діяльності.

Заходи щодо ліквідації аварійної ситуації передбачаються планом локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, який містить інформацію щодо негайного сповіщення персоналу, керівництва підприємства та відповідних служб у разі виникнення надзвичайної та аварійної ситуації, а також оперативних дій персоналу і спецпідрозділів щодо рятування людей, ліквідації надзвичайної ситуації та запобігання чи пом'якшення впливу на навколишнє середовище.

#### **Заходи щодо забезпечення безпеки процесів**

На ділянках робіт охорона праці працюючих повинна забезпечуватися виконанням наступних положень:

Розробкою і затвердженням проектів виконання робіт (ПВР), у яких передбачаються рішення по забезпеченню безпеки праці і санітарно-гігієнічному обслуговуванню робітників. Виконання робіт без ПВР, що містять вказані рішення, не допускається;

Нагляд і контроль за виконанням вимог норм та правил з охорони праці здійснюється генпідрядником.

Елементи плавучої обстановки у зоні робіт (віхи, буї і тому подібне), що позначають створи прорізів, небезпечні зони для плавтехзасобів і тому подібне, пошкоджені в результаті штормової дії, повинні відновлюватися в оперативному порядку до початку виконання робіт у кожному конкретному випадку.

Оперативний контроль за прогнозами погоди повинен здійснюватися систематично для своєчасного вживання заходів по виключенню небажаних аварійних наслідків. При здобутті штормового попередження плавтехзасоби мають бути перебазовані в порт-укриття Чорноморськ.

Враховуючи режимний характер ділянок проведення днопоглиблювальних робіт порядок та місця відстою плавзасобів повинні розроблятися у проекті виконання робіт з обов'язковим узгодженням із зацікавленими службами.

При виробництві днопоглиблювальних робіт, підрядна організація повинна мати відповідний дозвіл управління Держгірпромнагляду згідно до «Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів,

устаткування підвищеної небезпеки», затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 26.10.2011 року №1107.

Усім суднам заборонено наближатися ближче 50 м до судна, яке виконує водолазні роботи. При проходженні повз судна, яке виконує водолазні роботи, усім суднам необхідно збавляти хід до 5 вузлів.

На час виконання днопоглиблювальних робіт має бути організована рятувальна служба, у тому числі:

- на спеціально відведених видимих місцях суден земкаравану, мають бути розміщені рятувальні круги, багри, фали, а також рятувальна шлюпка, оснащена необхідною кількістю рятувальних засобів та предметами для надання першої допомоги;

- усі робітники повинні вміти плавати і мати рятувальні жилети та монтажні пояси.

При виявленні вибухонебезпечних предметів на ділянці днопоглиблювальні роботи слід негайно припинити до здобуття дозволу від відповідних органів.

При виявленні на ділянках робіт виділення з ґрунту шкідливих для організму людини газів, робота має бути зупинена. Режим подальшої роботи і інші заходи щодо захисту команди земснаряду мають бути погоджені з органами санітарного нагляду.

Обов'язково дотримуватись правил пожежної охорони на судах технічного флоту.

При роботі земснаряду підхід плавзасобів у районі ґрунтозабірного пристрою категорично заборонений.

Особливу увагу слід звернути на безпеку при перевезенні людей на берег і з берега на працюючі судна.

Застосування при виконанні днопоглиблювальних робіт токсичних, пожежовибухонебезпечних матеріалів, продуктів, напівфабрикатів не передбачається.

При розробці гідротехнічних споруд передбачаються технічні рішення, які забезпечать оптимізацію екологічної взаємодії їх і природного комплексу і запобігатимуть неприпустимим наслідкам цієї взаємодії.

Проектними рішеннями, які враховують нормативні вимоги щодо проектування акваторій, а також інженерно-геологічні умови ділянки на якій здійснюється будівництво, метеорологічні та гідрологічні умови району будівництва.

Дотриманням вимог НД 31.2.003-2005 «Правила технічної експлуатації портових гідротехнічних споруд» щодо утримання проектних параметрів (ширина, глибина) об'єкта при його експлуатації (виконання щорічних контрольних промірів глибин з експлуатаційним днопоглибленням та інше).

Контроль за дотриманням встановленого режиму експлуатації акваторії, а також підтримання її проектних і паспортних параметрів здійснюється службою капітана порту,

шляхом проведення інженерних обстежень і регулярних промірних робіт.

Режим роботи засобів навігаційного обладнання і їх технічна експлуатація повинна здійснюватися відповідно до вимог Положення про навігаційно-гідрографічне забезпечення плавання торговельних, риболовних, спеціальних та інших морських і річкових суден на морях та внутрішніх водних шляхах України, затвердженого наказом Міністерства транспорту України від 23 травня 2001 року №308, за-реєстрованого в Міністерстві юстиції України 1 червня 2001 року за N 475/5666.

При пошкодженні засобів навігаційного обладнання або їхній несправності капітан порту повинен вжити термінових заходів, що забезпечують безпеку руху суден, і повідомити ДУ «Держгідрографії».

Якщо на акваторії судно загубило якір або інший предмет, що викликає небезпеку для судноплавства, капітан судна мусить, з відома капітана порту, вжити необхідних заходів щодо підняття загубленого предмета або позначити район знаходження предмета і повідомити про це капітана порту.

Утримання в робочому стані плавучих засобів навігаційного обладнання встановлених на штатних місцях.

Дотримання правил безпеки судноплавства, вимог лоцманської служби та служби капітанів портів.

#### **Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх факторів; наявність санітарно-побутових приміщень, медобслуговування**

Штатні команди земснарядів базуються на плавзасобах і додаткової площі санітарно-побутових приміщень на березі не потребують.

1. При виробництві днопоглиблювальних робіт, днопоглиблювальна організація повинна мати відповідний дозвіл на виконання робіт від територіального Управління Держкомітету України про промислову безпеку, охорону праці і гірського нагляду (Держгірпромнагляд України).

2. До початку виробництва днопоглиблювальних робіт підприємство, що мають дозвіл «Держгірпромнагляду» України, повинне виконати водозлазне обстеження ділянки дноробіт і, при необхідності, провести очищення дна від виявлених предметів і перешкод.

3. До початку днопоглиблювальних робіт організацією, яка проводитиме роботи складається Проект виробництва робіт (ПВР), в якому детально розглядаються питання організації робіт, техніки безпеки і охорони праці з урахуванням НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірку знань по питаннях охорони праці» 1.1.4., п.4.1 і НПАОП 63.22-1.08.84 «Правила безпеки при виконанні днопоглиблювальних робіт і обслуговуванні спеціальних механізмів днопоглиблювальних



снарядів річкового флоту».

4. Для забезпечення безпеки працюючих членів екіпажу на ділянці днопоглиблення, здійснювати оперативний контроль стану охорони праці і техніки безпеки відповідно до схеми, що діє в днопоглиблювальній організації. Днопоглиблювальні роботи повинна виконуватися в строгій відповідності з вимогами нормативних документів, що діють:

- ДБН В.2.4.-32010 «Гідротехнічні споруди. Основні положення.» (п.1.2.)
- «Правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при виробництві морських днопоглиблювальних робіт, що виконуються технічним флотом»;
- ДСТУ НБВ 2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ, та спорудження фундаментів» .

- Правила техніки безпеки на судах морського флоту, видавництво 1985 р.;
- Технічній інструкції по виробництву морських днопоглиблювальних робіт.

5. При виконанні днопоглиблювальних робіт необхідно дотримувати Обов'язкові ухвали по порту, що діють.

6. Схему розкладки робочих якорів або тросів земснаряду багермейстер-капітан у кожному конкретному випадку повинен погоджувати із службою капітана порту.

7. При заході або виході з порту транспортних суден, відхід земснаряду з робочого прорізу і повернення на ділянку днопоглиблювальних робіт повинні виконуватися відповідно до вимог портових властей.

8. Суворо виконувати заходи щодо охорони навколишнього середовища, не допускати забруднення водної поверхні паливно-мастильними матеріалами. Дотримувати «Інструкцію для судів техфлоту по запобіганню забрудненню середовища», видавництва 1987 р.

9. При роботі земснаряду, підхід плавзасобів до земснаряду, в районі ґрунтозабірного пристрою, категорично забороняється.

10. Особливу увагу слід звернути на безпеку, при перевезенні людей на берег і з берега на працюючі судна.

11. Експлуатація проектного водного підходу і акваторії, для забезпечення безпечного плавання, стоянки і обробки суден, повинна виконуватися відповідно до пп. 4.1, 4.2, 4.3 п. 4 НД 31.3.003-2005, основні положення якого приведені нижче.

Судновий хід повинен міститися в габаритах, встановлених проектом.

Осідання судів не повинне перевищувати прохідне осідання, встановлене капітаном порту.

Контроль за встановленим режимом експлуатації, а також підтримка його проектних габаритів здійснюється відповідною службою.

Технічне обслуговування підхідного каналу і суднового ходу припускає

систематичного виконання наступних робіт:

- проведення регулярних промірів глибин;
- експлуатаційні днопоглиблювальні роботи для підтримки габаритів;
- спостереження за чистотою вод.

### **Ризики в процесі проектування і будівництва**

Даний об'єкт будуватиметься кілька років в досить складних умовах, при цьому передбачити при проектуванні всі можливі наслідки стихійних лих складно, отже, в ресурсної відомості необхідно передбачити кошти на покриття всіляких ризиків та інфляційних процесів.

Об'єкт не відноситься до об'єктів культурної спадщини (клас наслідків не визначається).

За результатами проведеної ідентифікації відповідно до методики, приведеної в ДСТУ 8855:2019 судновий хід не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки.

Об'єкт будівництва Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти р. Дунай (об'єкти лінійно-транспортної інфраструктури загальнодержавного значення) відноситься до об'єктів класу наслідків (відповідальності) ССЗ.

### **Оцінка ризику виникнення надзвичайних ситуацій**

Найбільш універсальний кількісний спосіб визначення шкоди – це вартісний, тобто визначення шкоди у грошовому еквіваленті (Е).

Другою, не менш важливою характеристикою небезпеки, є частота, з якою вона може проявлятися, або ймовірність (р).

Ймовірність (р) визначається як відношення кількості подій з певними наслідками (n) до максимально можливої їх кількості (N) за конкретний період часу:

$$p = n/N.$$

Комплексною оцінкою небезпеки є ризик (R), який визначимо як добуток частоти виникнення небезпеки на шкоду, що вона завдає.

$$R = p \times E$$

Таке визначення поняття ризик узгоджується із визначенням, яке надає йому Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», як «кількісна міра небезпеки, що враховує ймовірність виникнення негативних наслідків від здійснення господарської діяльності та можливий розмір втрат від них».

Для подій, що вже відбулися визначення ймовірності не становить значних утруднень. Для цього треба мати щодо них відповідні статистичні дані. Значно складніше визначити

ймовірність подій, що очікуються, але ще не траплялися.

Прийнявши умовно для кількісної оцінки таких небезпек  $E = 1$ , використовують величину, яку називають коефіцієнтом індивідуального ризику. Таким чином виходить що, коефіцієнт індивідуального ризику – це відношення кількості реалізованих небажаних наслідків для життя однієї людини до всіх можливих за певний період часу, або ж – частота реалізації небезпек.

Наведена формула дозволяє розрахувати розміри загального та групового ризику. При оцінці загального ризику величина  $N$  визначає максимальну кількість усіх подій, а при оцінці групового ризику – максимальну кількість подій у конкретній групі, що вибрана із загальної кількості за певною ознакою. Зокрема, в групу можуть входити люди, що належать до однієї професії, віку, статі; групу можуть складати також транспортні засоби одного типу; один клас суб'єктів господарської діяльності тощо.

Характерним прикладом визначення загального та групового ризику може служити розрахунок числового значення виробничого травматизму – тобто ймовірності ушкодження здоров'я чи смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків. На відміну від оцінки виробничого ризику при оцінці професійного ризику враховується тяжкість наслідків (показник стану здоров'я і втрати працездатності працівників), тобто шкода.

Оскільки ймовірність – величина безрозмірна, виходить, що одиниця вимірювання ризику і потенційної шкоди повинна бути однією і тією ж.

У світовій практиці прийнято користуватися принципом ALARA (AsLowAsReasonablyAchievable): «Будь-який ризик повинен бути знижений настільки, наскільки це є практично досяжним або ж до рівня, який є настільки низьким, наскільки це розумно досяжне».

Для цілей порівняння ризиків різного походження, для порівняння різних небезпек запропонована наступна шкала (табл. 8.3).

В таблиці 8.4 наведені значення ризику загибелі 1-ї людини впродовж року в залежності від виду професійної діяльності.

**Таблиця 8.3 - Шкала порівняння ризиків смертності**

Упорядкована шкала ризиків смертності								
Низький			Середній			Високий		
$<1 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-2}$	$>1 \times 10^{-2}$
Знехту- ваний	Низький	Відносно- низький	Середній	Відносно- середній	Високий	Дуже високий	Екстре- мальний	

Таблиця 8.4 - Класифікатор безпеки професійної діяльності

Категорія безпеки	Умови професійної діяльності	Ризик загибелі 1-ї людини на рік
1	Безпечні (працівники швейної, взуттєвої, текстильної, паперової, типографської, харчової та лісової промисловості)	$<0,0001$ ( $R < 1 \times 10^{-4}$ )
2	Відносно безпечні (працівники металургійної, суднобудівної, вуглевидобувної промисловості, чавунно-ливарного, гончарного та керамічного виробництв, працівники промисловості загалом, а також працівники цивільної авіації)	$0,0001 \dots 0,0010$ ( $1 \times 10^{-4} < R < 1 \times 10^{-3}$ )
3	Небезпечні (зайняті у вуглекоксівному та вулканізаційному виробництві, члени екіпажів риболовецьких траулерів, будівельні робітники, верхолази, трактористи)	$0,0010 \dots 0,0100$ ( $1 \times 10^{-3} < R < 1 \times 10^{-2}$ )
4	Особливо небезпечні (льотчики-випробувачі, члени екіпажів військових вертольотів, водолази)	$>0,0100$ ( $R > 1 \times 10^{-2}$ )

Для того, щоб визначити серйозність небезпеки, існують різні критерії. Класифікацію надає в додатках міждержавний стандарт ГОСТ 27.310-95.

Категорії серйозності небезпеки, представлені у таблиці 8.5 встановлюють кількісне значення відносної серйозності ймовірних наслідків небезпечних умов. Використання категорій серйозності небезпеки дуже корисно для визначення відносної важливості використання профілактичних заходів, коли вона застосовується для певних умов чи пошкоджень системи. Наприклад, ситуації, які належать до категорії IV (катастрофічні небезпеки), потребують більшої уваги, ніж віднесені до категорії I (незначні небезпеки).

Таблиця 8.5 - Категорії серйозності небезпек

Вид	Категорія	Опис нещасного випадку
Катастрофічна	IV	Небезпека, реалізація якої може швидко та з високою ймовірністю спричинити значний збиток для підприємства та/або навколишнього середовища, а також загибель людей
Критична	III	Небезпека, реалізація якої може швидко та з порівняно високою ймовірністю спричинити суттєвий збиток для підприємства та/або навколишнього середовища і важкі травми та стійкі захворювання людей
Гранична	II	Небезпека, реалізація якої може спричинити затримку виконання завдання підприємством, пошкодження в системі, привести до травм, зниження працездатності людей, а при тривалому впливі – до захворювань
Незначна	I	Небезпека, при реалізації якої настають менш значні, ніж у категорії II, травми, захворювання, пошкодження в системі

Рівні ймовірності небезпеки, представлені у наступній таблиці (табл. 8.6), є якісним відображенням відносної ймовірності того, що відбудеться небажана подія, яка є наслідком не усунутої або невідконтрольної небезпеки. Базуючись на вищій імовірності небезпеки будь-якої системи, можна дійти висновку щодо специфічних видів діяльності людей. Тому, використовуючи водночас методики визначення серйозності та ймовірності небезпеки, можна визначити, вивчити небезпеки, віднести їх до певного класу і вирішити їх, виходячи з серйозності небезпеки, потенційно ймовірних наслідків та ймовірності того, що такі наслідки будуть мати місце.

**Таблиця 8.6 - Рівні ймовірності небезпеки**

Вид	Рівень	Опис наслідків
Часта	A	Небезпека спостерігається постійно
Ймовірна	B	Ймовірно часте виникнення небезпеки, може трапитися кілька разів за життєвий цикл
Можлива	C	Небезпека спостерігається кілька разів за період роботи
Рідка	D	Малоймовірно, але можливе виникнення небезпеки хоча б раз впродовж життєвого циклу системи
Практично неймовірна	E	Виникнення небезпеки настільки малоймовірне, що можна припустити, що вона ніколи не відбудеться

Звідси випливає, що коли потенційна небезпека події буде віднесена до категорії IV (катастрофічна) з рівнем імовірності A (часта), то всі зусилля без сумнівів потрібно спрямовувати на виключення цієї небезпеки з конструкції або забезпечити посилений контроль до запуску системи чи проекту.

Легко помітити, що серйозна небезпека може бути припустимою, якщо може бути доведено, що її ймовірність надто низька, так само може бути припустимою ймовірна подія, якщо може бути доведено, що результат її незначний. Це дає підстави для припущення, що ймовірність припустимого ризику небезпеки зворотно пропорційна її серйозності. Табл. 8.7 демонструє приклад матриці ризиків небезпеки, яка включає елементи табл. 8.5 та 8.6 для того, щоб забезпечити ефективний інструмент для апроксимації припустимого та неприпустимого рівнів або ступенів ризику. Встановивши буквено-цифрову систему оцінки ризику для кожної категорії серйозності та кожного рівня ймовірності, можна глибше класифікувати та оцінювати ризик за ступенем припустимості. Використання такої матриці полегшує оцінку ризику.

Таблиця 8.7 - Матриця оцінки ризику

Частота, з якою відбувається подія	Категорія небезпеки			
	IV Катастрофічна	III Критична	II Гранична	I Незначна
(A) Часто	4A	3A	2A	1A
(B) Імовірно	4B	3B	2B	1B
(C) Можливо	4C	3C	2C	1C
(D) Рідко	4D	3D	2D	1D
(E) Практично неможливо	4E	3E	2E	1E
Індекс ризику небезпеки				
Класифікація ризику	Критерії ризику			
4A,4B,4C,3A,3B,2A	Неприпустимий (надмірний)			
4D,3C,3D,2B,2C	Небажаний (гранично допустимий)			
4E,3E,2D,2E,1A,1B	Припустимий з перевіркою (прийнятний)			
1C,1D,1E	Припустимий без перевірки (знехтуваний)			

Сутність концепції прийняттого (допустимого) ризику полягає у прагненні досягнути такої малої небезпеки, яку сприймає суспільство в даний час, виходячи з рівня життя, соціально-політичного та економічного становища, розвитку науки та техніки.

Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» визначає термін «прийнятний ризик» як соціально, економічно, технічно і політично обґрунтований ризик, який не перевищує гранично допустимого рівня». Прийнятний ризик поєднує технічні, економічні, соціальні та політичні аспекти проблеми і є певним компромісом між рівнем безпеки й можливостями її досягнення. Розмір прийняттого ризику можна визначити, використовуючи витратний механізм, який дозволяє розподілити витрати суспільства на досягнення заданого рівня безпеки між природною, техногенною та соціальною сферами. Необхідно підтримувати відповідне співвідношення витрат у зазначених сферах, оскільки порушення балансу на користь однієї з них може спричинити різке збільшення ризику і його рівень вийде за межі прийнятних значень.

За категорією серйозності небезпек планована діяльність відноситься до категорії II – гранична (небезпека, реалізація якої може спричинити затримку виконання завдання підприємством, пошкодження в системі, привести до травм, зниження працездатності людей, а при тривалому впливі – до захворювань.

За рівнем ймовірності небезпеки планована діяльність відноситься до рівня E (практично неймовірна), та при якій мало ймовірно, але можливе виникнення небезпеки хоча б раз впродовж життєвого циклу системи.

**Таким чином, індекс визначення небезпеки приймається як 2E – припустимий з перевіркою (прийнятний).**

## 9 ОЦІНКА ТРАНСКОРДОННОГО ВПЛИВУ

### 9.1 Характеристика умов і елементів навколишнього середовища у зоні впливу ГСХ.

#### 9.1.1 Українська частина дельти Дунаю

Дельта Кілійського рукава, у межах якої розташована траса ГСХ, являє собою систему рукавів і територій між ними (островів), що постійно змінюється. Частина островів покрита водою та зайнята плавнями.

Найвищими ділянками є прируслові гряди та приморські коси островів з середньою відносною висотою 0,5-1,0 м. Центральні частини островів мають рівнинний понижений рельєф з озерами і каналами.

Прируслові гряди формуються вздовж рукавів та ериків. Асиметрична будова, яка їм властива, обумовлена розмивною діяльністю водотоків. Найвищі ділянки гряд розташовані поблизу водотоків. У напрямку до центра островів вони понижаються, що визначає загальний рельєф останніх як блюдцеподібний. Формування гряд прямо залежить від величини наносів, особливо під час повені, оскільки вони наростають за рахунок відкладів мулу та піску. Саме цим пояснюється значно більша висота гряд у верхній частині островів (1,0-1,5 м) у порівнянні з нижньою (0,5 м), де повинь значно слабша. Гряди перериваються пониженнями різної площі, які утворилися у місцях колишніх міжострівних водотоків. Прируслові гряди є місцем формування основних масивів лісів і, частково, луків.

Крім прируслових гряд, позитивними елементами рельєфу є приморські коси. Вони формуються на певній відстані від островів в результаті взаємодії водотоків і моря. На початковому етапі вони не мають помітних підвищень рельєфу, незначні за довжиною (до 1,5 км). Приморські коси відіграють важливу роль у формуванні опріснених заток. Збільшуючись у розмірах, вони відгороджують частину мілководь узмор'я від впливу морської води. У подальшому поєднуються верхні ділянки кіс з прирусловими грядами островів, і утворюється затока, яка поступово трансформується у напівзамкнену водойму. Відповідно до закономірності алювіального процесу приморські коси далі поєднуються з наземними геоконкомплексами дельти та функціонують у складі геоконкомплексів того чи іншого острова в цілому.

Загальна спрямованість еволюції дельти визначається взаємодією річки та моря і проявляється у наступних явищах і процесах, що відбуваються постійно:

- висування морського краю дельти в сторону моря;
- виникнення нових і відмирання старих рукавів дельти, зміна їх кількості та

перерозподіл річкового стоку між ними;

- утворення мілководних ділянок узмор'я (барів) перед гирлами рукавів внаслідок відкладення та перевідкладення наносів у зоні взаємодії річкового потоку з морськими течіями і хвилюванням;
- зміна водного режиму територій островів у напрямку уповільнення водообміну у плавнях, пониження рівня води по мірі відмирання та зменшення числа рукавів.

У межах дельти висування Кілійського рукава за період 1955–1979 рр. найшвидше берег висувався у районах упадіння в море Очаківського та Старостамбульського рукавів (рис. 9.1), у меншій мірі – біля рукава Бистрий (Новостамбульський) [1]. До 1980 р. площа дельти досягла 348 км<sup>2</sup>, об'єм конуса винесення – 8,26 км<sup>3</sup>.

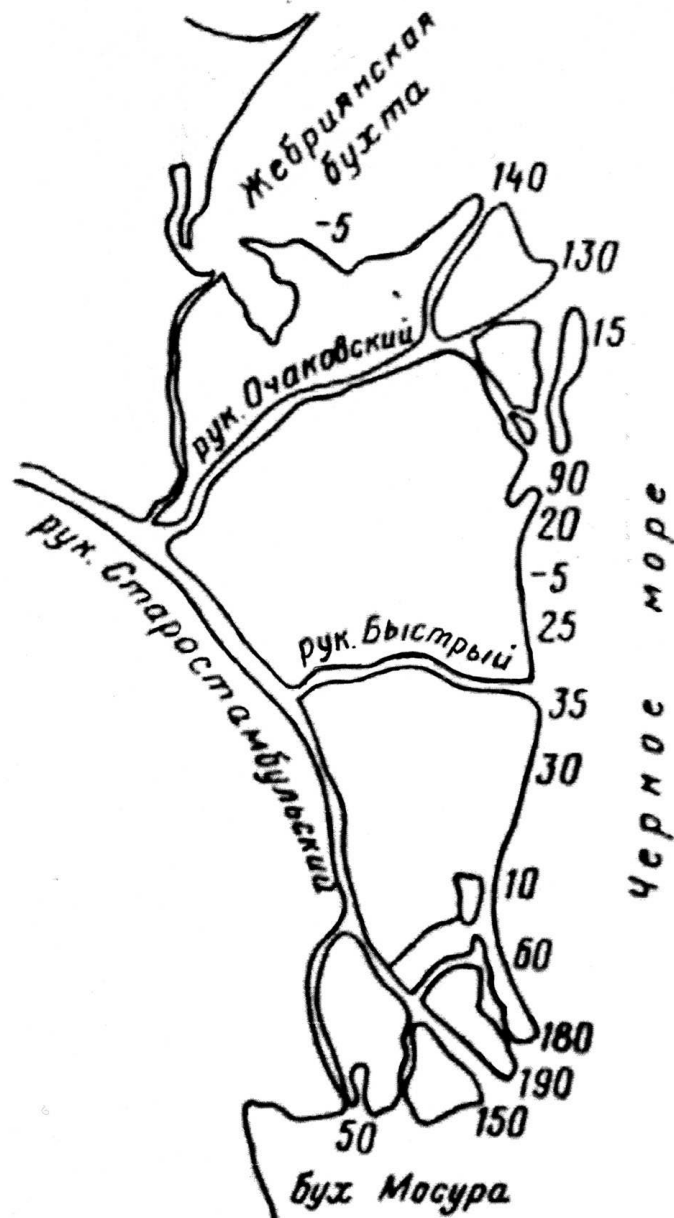


Рисунок 9.1 Динаміка наростання морського краю Кілійської дельти Дунаю (цифри – середні швидкості наростання або розмивання берегу (м/рік))



В той же час, на ділянках між гирлами рукавів Бистрий і Східний у другій половині ХХ сторіччя активізувався розмив берега, який у деякі роки досягав 10–15 м/рік [2].

Разом з еволюційними змінами у дельті спостерігаються процеси, що повторюються періодично. Найважливішими з них є згінно-нагінні явища у гирловій зоні, зміни витрат води та твердих наносів у річці протягом року та між роками. Їх наслідком є типові для дельти коливання рівнів води у рукавах і плавнях, а також деформація дна та берегів водотоків.

Найбільш динамічні ділянки руслової мережі дельти – це гирлові бари. Їх природна глибина не перевищує 2–2,5 м навіть на найбільш багатоводних рукавах [3]. Морфологічні та морфометричні характеристики гирлових барів залежать від стоку води і наносів річки або дельтового рукава та особливостей гирлового взмор'я (глибини та схилу дна, хвилювання, припливів, згінно-нагінних явищ), а також льодових процесів і штучних заходів, що проводяться на гирловій ділянці річки та взмор'ї.

Швидкість еволюції дельти визначається балансом маси твердого стоку, який виноситься у море по руслам рукавів і який переноситься морськими течіями. З цих наносів будуються надводна та підводна дельти, а на тимчасово затоплюваних поймових землях формуються різноманітні за якістю та властивостями ґрунти.

*Ґрунти* русла складаються з наносів, що переносяться річкою, і ґрунтів, які слабо розмиваються і складають дно водотоку. На ділянці від м. Рені до Ізмаїльського Чатала (160,5 км – 116 км), де спостерігаються великі швидкості течії, в руслі зустрічається дрібнозернистий пісок з переважанням частинок 0,1–0,25 мм, на стрижні ріки – більш великі частинки (0,25–0,5 мм), а біля берегів пилюватий та мулистий пісок. Під тонким шаром піску знаходиться блакитно-сіра давня глина

Для ділянки від Ізмаїльського Чатала до м. Вилкове (116 км – 18 км) характерний розмив сіро-білої та жовто-сірої давньої глини, хоч і тут потік по стрижню переносить по дну дрібнозернистий пісок, який ближче до берегів переходить у мул. У нижній дельті береги та русло складені з глинистого мулу (з частинками менше 0,01 мм) з піщаними прошарками. У найбільш великих рукавах по фарватеру пересувається дрібнозернистий пісок навіть у межень, а у більш мілких рукавах – тільки у паводок..

Ґрунти морського краю дельти представлені пісками дрібними до середнього, супісками піщаними, суглинками важкими та легкими, мулами супіщаними і суглинистими. На взмор'ї Кілійської дельти зональний розподіл ґрунтів спостерігається у напрямку від берега в сторону моря, головним чином, паралельно морському краю дельти.

Зона піску займає барові ділянки рукавів і прибережну смугу до ізобати 5 м. Місцями межа цієї зони зміщується до ізобат 6-10 м, або в сторону берега на глибини 1-3 м. Ширина зони досягає 3-3,5 км.

За складом пісок у зазначеній зоні досить однорідний, переважно дрібнозернистий, добре сортований. Ближче до берега іноді зустрічаються домішки середньозернистого піску, а глибше у морі спостерігається пилюватий пісок, що має понад 5% домішок мулистих частинок.

Зона мулистого піску розташована на підводному схилі взмор'я на глибинах 5–7 м і примикає до зони піску.

Зона мулу залягає широкою смугою на глибинах 10–25 м.

Умови ґрунтоутворення у дельті визначаються, головним чином, гідрологічним режимом і характером рельєфу. У залежності від висоти та тривалості стояння рівня Дунаю різні райони дельти зазнають затоплення на короткий або тривалий час. Багата рослинність дельти слугує джерелом для збагачення ґрунтів гумусом і органічною речовиною.

За ступенем поширення і формування у дельті можна виділити 5 класів ґрунтів: очеретяні плавні та плаур, озерно-болотні, піщані, алювіальні, каштанові чорноземи засолені.

Великі площі у дельті постійно вкриті водою і тому на них ґрунти практично відсутні.

Найбільш сприятливі умови для утворення ґрунтів знаходяться на прируслових грядах. Там ґрунтовий покрив отримав найбільший розвиток.

*Клімат* Кілійської дельти помірно континентальний з відносно короткою і теплою зимою та тривалим, жарким літом. Безморозний період складає понад 200 діб, вегетаційний – 235-245 діб, сума активних температур дорівнює 3500-3600°C. Коротка та відносно тепла зима триває з середини грудня до другої декади лютого. Початок весни припадає на останню декаду лютого – першу декаду березня. Тривале та жарке літо починається у першій декаді травня і продовжується до третьої декади вересня. Осінь починається наприкінці вересня – на початку жовтня.

Середньобогаторічна кількість опадів складає 400 мм, а випаровуваність – 800 мм/рік.

Середньобогаторічна температура води у дельті Дунаю складає 12,7°C. Тривалість періода з температурою води вище 5°C досягає в середньому 265 діб (16.03-06.12), вище 10°C – 213 (10.04-09.11), вище 15°C – 162 (04.05-13.10), вище 20°C – 108 (31.05-16.09).

Велика кількість тепла, води та висока родючість ґрунтів сприяють розвитку багатой рослинності, в тому числі вологолюбної, що заселяє плавні, береги водотоків і водойм. Найбільш широко поширений очерет. Очеретяні зарості в дельті Дунаю є найкомпактнішими у світі. На деяких озерах дельти зустрічаються плаваючі та закріплені товсті килими відмерлої та живої рослинності – "плаури", сформовані із залишків очерету, рогозу.

Екологічний вплив дельти відчувається далеко за її межами.

У нижній дельті Кілійського рукава розташований Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ).

*Екосистеми ДБЗ* складають у сукупності дуже різноманітний і своєрідний комплекс, обумовлений різноманіттям його ландшафтів і перехідним (екотонним) місцезнаходженням між великою рікою та Чорним морем.

Через природно-геологічні причини та внаслідок антропогенного втручання велику своєрідність має екосистема Жебріянської гряди, яка склалася на пісках у комплексі між залишками піщаного степу та штучним лісом з кримської сосни. Екосистема Жебріянської коси може бути охарактеризована як піщано-літоральна.

Основну частину Кілійської дельти, Стенцівсько-Жебріянських плавнів і частково острова Єрмаків займають плавневі екосистеми, представлені головним чином слабкомозаїчними угіддями з невеликою проточністю. Тут домінують рослинні угруповання, створені очеретом, рогузом вузьколистим, очеретом озерним, осокою гострокінцевою. З них окремими плямами вирізняються зарості верби попелистої.

Лісові та чагарникові екосистеми плавневих ландшафтів заповідника представлені як природними угрупованнями, так і штучними насадженнями. Вздовж водотоків смугами від 5 до 200 м тягнуться зарості, утворені вербами білою, ламкою, тритичинковою, а вздовж морського берега - лохом, аморфою, тамариском, обліпихою.

Лугові екосистеми у Кілійській дельті містяться на підвищених ділянках, прируслових грядках, а також по околицях плавнів, що прилягають до приморських гряд. Вони формуються на місці болотних і прибережно-водних угруповань, які зникають внаслідок підвищення рельєфу, викликаного щорічним накопиченням алювію. Поширені, головним чином, крупнозлакові, дрібнозлакові, крупноочеретяні, дрібноситникові, а також різнотравні засолені луги. Помітну площу займають луги на острові Єрмаків.

Водні екосистеми ДБЗ – це прісноводні, а в авандельті Кілійського рукава ще й солонуватоводні екосистеми, які розвиваються у водотоках, лиманах, численних озерах і кутах. Специфічною екосистемою взмор'я є контактна зона Дунаю та Чорного моря. Сюди з величезними водними масами Дунаю, окрім завислих речовин і розчинених біогенних речовин, щорічно виноситься у море від 100 до 200 тисяч тон прісноводного планктону та інших організмів, які гинуть і осідають на дно, створюючи запаси органічних речовин. Це явище має вирішальне значення для процесів формування біологічної продуктивності північно-західної частини Чорного моря та живих ресурсів власне Дунаю з прохідним способом відтворення популяцій (зокрема, осетрові риби та дунайський оселедець).

*Флора* Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) нараховує 950 видів судинних рослин, які належать до 379 родів і 100 сімейств. До різноманітних категорій рідкісних і зникаючих відносяться 134 види рослин (14,1%), з яких до Червоної книги України занесені 16, а до Європейського Червоного списку – 3.

Відповідно до картосхем (рис 9.2, 9.3) [4] найбільша кількість червонокнижних видів і зеленокнижних угруповань зосереджена у районах Жебріяньської гряди та крайнього півдня ДБЗ, тоді як у районі рукава Бистрий відмічені лише 2 червонокнижних види та два зеленокнижних угруповання, причому місця їх зростання широко поширені по всій території заповідного ядра.



**Рисунок 9.2** Картосхема поширення основних місць зростання видів судинних рослин, занесених до "Червоної книги України", на території Дунайського біосферного заповідника .



**Рисунок 9.3** Картосхема поширення основних місць зростання рослинних угруповань, занесених до "Зеленої книги України", на території Дунайського біосферного заповідника.

*Тваринний світ* дельти дуже багатий і різноманітний. Дельта – місце нересту та нагулу цінних видів риб, через неї проходять шляхи міграції прохідних і напівпрохідних риб.

В українській дельті Дунаю за даними [5] нараховується 95 видів риб, які належать до 31 сімейства, з прісноводних видів переважають представники сімейства корошових, окуневих і бичкових. У це число входять усі види риб з Європейського червоного списку. З осетрових це шип і атлантичний осетер, з лососевих – чорноморський лосось і дунайський лосось, з окуневих – чоп великий та чоп малий, а також умбра. Ці та ще 8 видів риб занесені до Червоної книги України.

Дунай залишається останньою річкою Чорного моря, де ще відбувається природний нерест прохідних осетрових. Головна частина нерестовищ перебуває за межами України, а українська ділянка річки є головним чином нерестовим шляхом плідників і міграційним шляхом для личинок, авандельта слугує також нагульною площею для молоді осетрових.

За даними [6] загальна площа нагулу прохідних осетрових української дельти Дунаю у межах 5-км прибережної зони складає 16250 га.

Другим по значущості об'єктом і першим у виловах (56,1%) є азово-чорноморський (дунайський) оселедець – типова прохідна риба, яка нереститься за межами української частини ріки.

У межах ДБЗ мешкає ряд представників земноводних, плазунів та ссавців, що підлягають охороні на національному та міжнародному рівнях, причому деякі з них мають у ДБЗ дуже високу або значну чисельність популяцій, тоді як у багатьох державах Європи їм загрожує знищення. З ссавців у дельті зустрічаються дикий кабан, норка, видра, ондатра, заєць, дика кішка і т. ін. (додаток Д).

Водно-болотні угіддя Кілійської дельти Дунаю мають міжнародне значення, головним чином як місця репродукції та масових скупчення водоплавних птахів. Тут зустрічаються близько 257 видів птахів (це складає близько 62% орнітофауни України), з них 124 види гніздяться в дельті Дунаю. Найбільш численну групу складають перелітні птахи – 196 видів. Значна кількість відома на зимованні – 129 видів. В якості летких зареєстрований 41 вид, кочівних – 3, залітних – 8 видів. 42 види занесені до Червоної книги України та Європейського червоного списку [5]. Водно-болотні угіддя Кілійської дельти Дунаю ще у 1975 р. були занесені у Список водно-болотних угідь міжнародного значення. Цей високий статус водно-болотних угідь Кілійської дельти Дунаю було підтверджено у 1996 р. Конвенцією щодо водно-болотних угідь міжнародного значення на основі Рамсарської конвенції 1971 року. Загальновідома унікальність і природоохоронна цінність багатьох дунайських дельтових орнітокомплексів в європейському та світовому масштабі, а також ключове значення дельти Дунаю для збереження і відновлення цілого ряду глобально уразливих видів птахів.

Абсолютна більшість відомих для ДБЗ птахів має той чи інший природоохоронний статус, підпадає під дію тих чи інших міжнародних природоохоронних конвенцій та угод. До Червоної книги України (1994) і Європейського Червоного списку (1991) занесені 42 види (близько 16%), серед яких 11 відомі як гніздові, 31 – пролітні, 22 – зимуючі, 16 – леткі, 2 – залітні. До Червоної книги Міжнародного союзу охорони природи (МСОП) занесені: кучерявий пелікан (*Pelecanus crispus*), малий баклан (*Phalacrocorax pygmaeus*), червонодзьоба казарка (*Rufibrenta ruficollis*), орлан-білохвіст та інші.

Провідне місце в орнітофауні заповідника посідають водоплавні ті навколоводні птахи, особливо гусеподібні (лебеді, гуси, качки), веслоногі (пелікани та баклани), лелекоподібні (чаплі та ібіси), ржанкоподібні (кулики та чайки). Серед них занесені до Червоної книги України рожевий пелікан (*Pelecanus onocrotalus*), колпиця (*Platalea leucorodia*), каравайка (*Plegadis falcinellus*), жовта чапля (*Ardeola ralloides*), нирок білоокий (*Aythya nyroca*), кулик-довгоніг, великий та середній кулики та інші [5].

Для деяких з них, таких як малий баклан, дунайська дельта є ключовим угіддям у глобальному масштабі, для пелікана кучерявого – в європейському масштабі.

З чотирьох основних ділянок заповідника найбільше видове різноманіття птахів характерно для вторинної дельти Кілійського рукава. Далі в цьому ряду йдуть Стенцівсько-Жебріянські плавні, Жебріянська гряда та о. Єрмаків.

У вторинній дельті Кілійського рукава Дунаю розміщуються основні колонії бакланових, чаплевих та ібісових. Особливе значення у житті водоплавних і навколоводних птахів мають просторі мілководдя Кілійської авандельти Дунаю, де сезонні скупчення птахів нараховують понад 50 тисяч особин. Тут концентрується більшість мігруючих качок. В окремі сезони чисельність тільки крякви на морському мілководді досягає 16–20 тисяч особин, стільки ж мешкає і лисухи. Інші види менш численні. Майже щорічно на південній мулистій ділянці авандельти линяє від 500 до 5000 лебедів-шипунів.

До особливо цінних відносяться орнітокомплекси приморських низьких острівців і кіс. Зокрема, на південь від гирла рукава Бистрий наприкінці ХХ сторіччя виникла коса Пташина, де розмістилася одна з двох найбільш важливих у заповіднику колоній ржанкоподібних птахів. Тут гніздяться: кулик-сорока (Червона книга України), морський зуйок (Червона книга України), крачки річкова та строкатоноса, чайка реготуха, шилодзьобка.

### 9.1.2 Румунська ділянка дельти Дунаю

За поданням Румунської сторони об'єктами навколишнього середовища, які можуть підлягати потенційному впливу ГСХ Дунай – Чорне море на території Румунії, є природоохоронні території, розміщені у румунській частині дельти Дунаю (рис. 9.4-9.6) і включені до Біосферного заповідника Дельта Дунаю (БЗДД) (рис. 9.7). При оцінці можливих транскордонних впливів будівництва і експлуатації ГСХ цей заповідник розглядається як одна з частин білатерального біосферного заповідника у дельті Дунаю, другою частиною якого є Дунайський біосферний заповідник на території України.



Рисунок 9.4 Східна частина дельти Дунаю



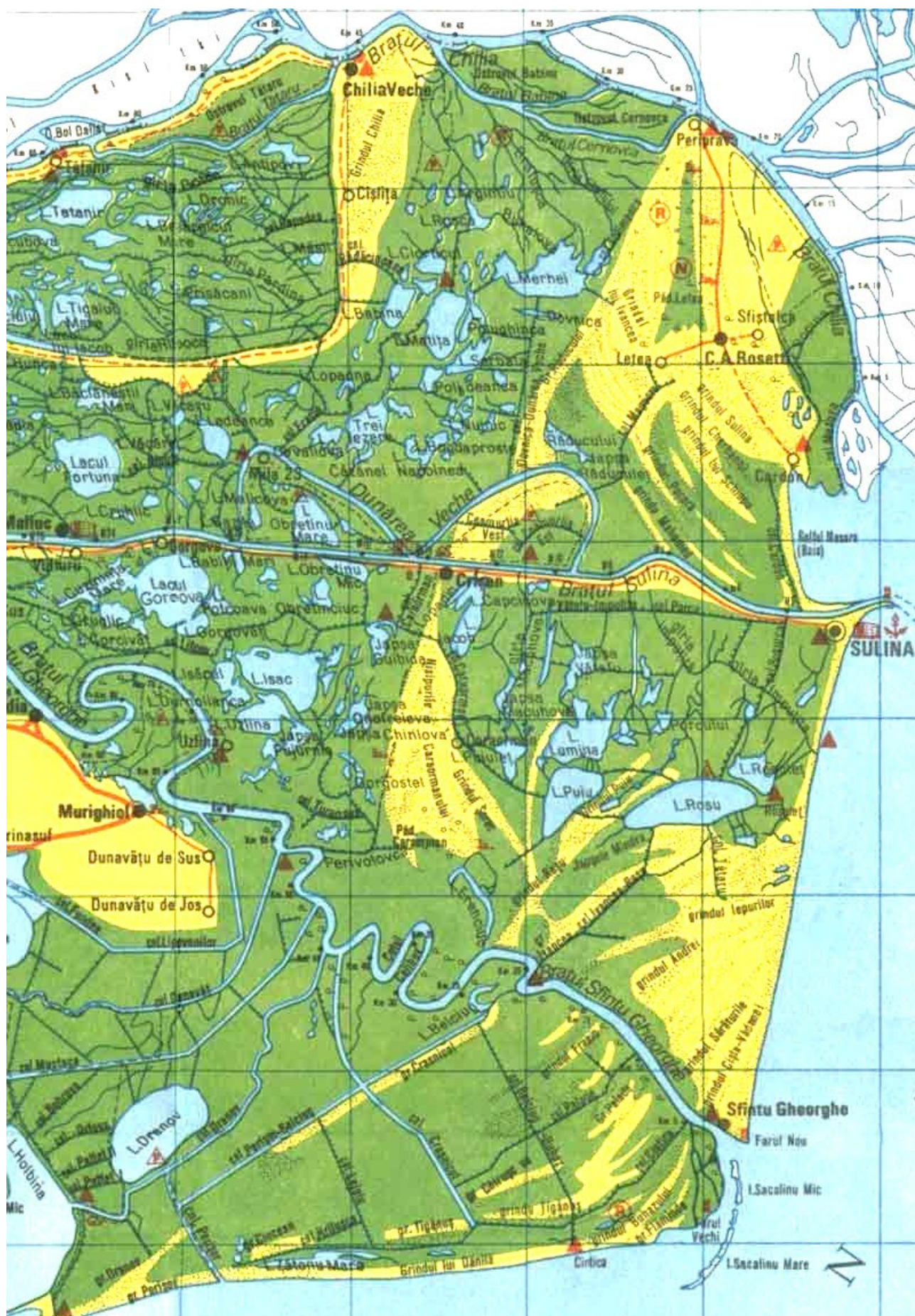


Рисунок 9.5 Західна частина дельти Дунаю





Рисунок 9.6 Озерный комплекс Разим–Сіное



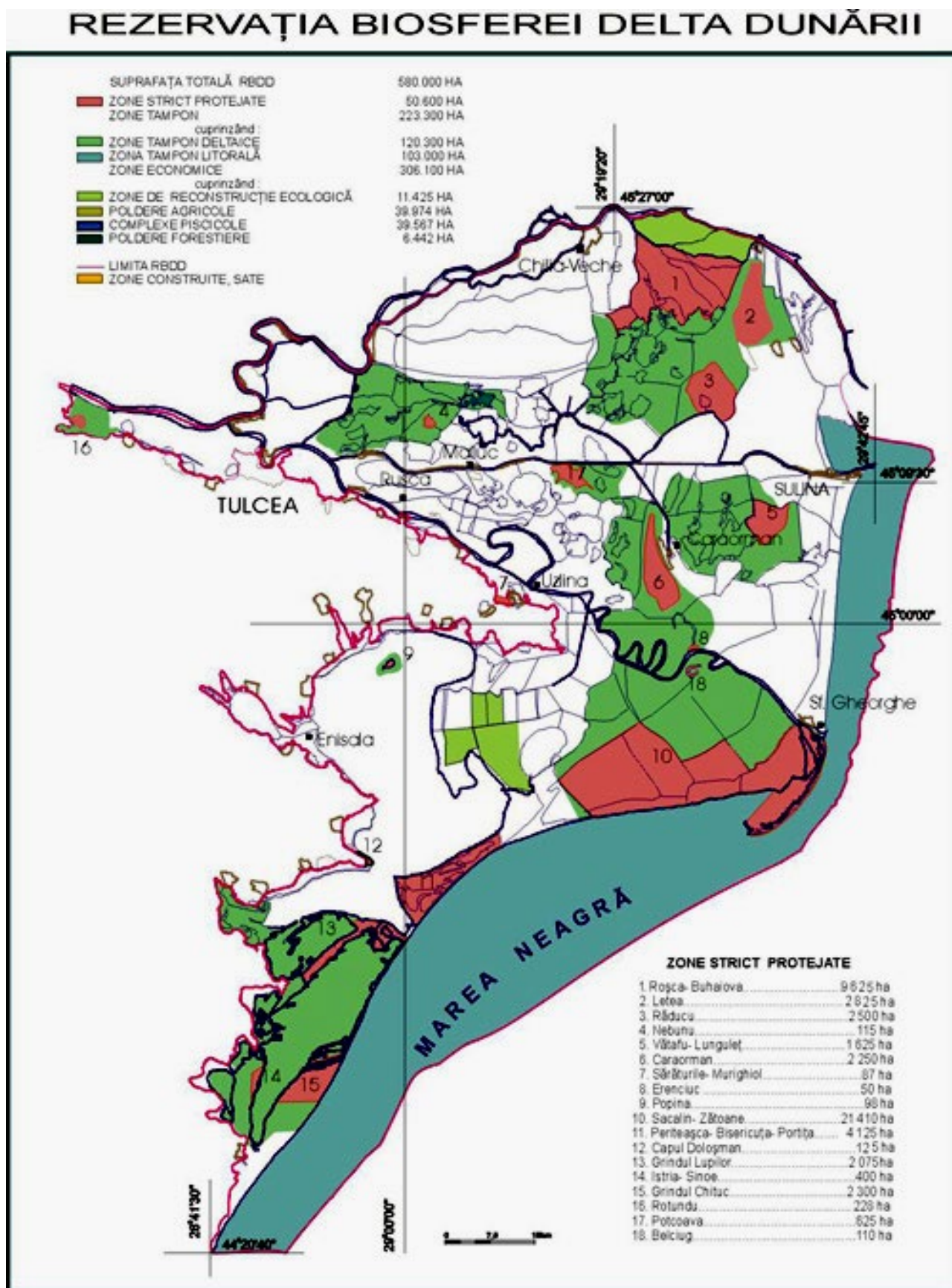


Рисунок 9.7 Екологічне зонування БЗДД

У межах БЗДД виділяються такі *географічні одиниці*: власне Дунайська дельта, озерний комплекс Разім-Сіноє, ділянка річкової заплави між Ісакчею та Тульчею, а також суміжна

ділянка Чорного моря до ізобати 20 м.

З урахуванням топографічних, морфометричних та гідрографічних характеристик, дельта Дунаю умовно розділяється на наступні дві основні структурні одиниці: *річкова дельта*, яка простягається на захід від первинного берегового валу Джібрієні-Лета-Караорман-Рдучу-Чамурлія (Jibrieni-Letea-Caraorman-R~ducu-Seamurlia), та *річково-морська (або морська) дельта*, яка лежить східніше зазначеної вище лінії аж до самого Чорного моря.

*Річкова дельта* (=258,100 га) являє собою найстарішу частину цієї системи, яка сформувалась на місці колишньої затоки Дунаю. Її характерними рисами являються численні та значні за площею берегові вали у поєднанні з порівняно невеличкими за площею ділянками низинних озер, які розосереджені по всій території цієї частини дельти та в багатьох випадках мають ознаки інтенсивного занесення наносами.

*Річково-морська (або морська) дельта* (=180,000ha) включає такі елементи як приморські дюнні вали Лета, Караорман та Саратурил (Letea, Caraorman and S~r~turile), а також один з найзначніших озерних комплексів (Рошу-Пійу-Луміна (Ro[u-Puiu-Lumina)). Ця система знаходиться під впливом масштабних морфо-гідрографічних змін, які відбуваються в зоні контакту з Чорним морем.

#### *Озерний комплекс Разім-Сіноє*

З суто генетичної точки зору ця система не відноситься до дельти Дунаю, а вважається похідною від колишньої затоки Гальмирис (Halmirys Gulf), відокремленої від Чорного моря піщаними валами, сформованими в результаті накопичення осадів під дією вздовжберегових течій. Ці вали різняться за віком та розділяють колишню затоку на досить неоднорідний озерний комплекс, більшу частину території якого (тобто 85%) займають озера.

#### *Ділянка Дунайської річкової заплави між Ісакчею та Тульчею*

Ця ділянка включає правобережну частину річкової долини, що простягається від міста Ісакча до точки першого розгалуження основного русла річки Дунай (Чаталул Кілія / Ceatalul Chilia). За своєю топографією (насамперед мається на увазі велика кількість озер та переважно низинний рельєф), ця ділянка річкової заплави є дуже характерною для річкової частини дельти Дунаю.

#### *Прибережна зона моря*

Прибережна зона моря до ізобати 20 м частково відноситься до шельфової зони та характеризується розвинутими абразійно-аккумуляційними процесами. У складі осадів переважає піщана фракція. Ця підводна ділянка є зоною інтенсивної дії морських хвиль та течій.

## Гіпсометрія

Дельта Дунаю має переважно низинний рельєф з відміткою висоти на рівні 0.52 м вище середнього рівня Чорного моря (СРЧМ) та загальним уклоном 0.006 м/км. Слід зазначити що на початку ХХ століття абсолютна висотна відмітка для дельти Дунаю становила +0.31 м відносно СРЧМ. Навіть з урахуванням проявів таких процесів як перенос та накопичення наносів, які могли призвести до зміни висотної відмітки, настільки велика різниця, яка становить 0.21 м, не може бути пояснена дією тільки цих природних процесів, тому можна припустити наявність певних помилок та неточностей у вимірах, які можуть мати місце на топографічних картах дельти Дунаю.

Той факт, що висотні відмітки дельти Дунаю є дуже близькими до рівня Чорного моря, обумовлює досить вузький діапазон гіпсометричних значень, встановлених для цієї території. Максимальний перепад висотних відміток в дельті Дунаю становить 15 м та має місце між найвищою та найнижчою висотними відмітками, відповідно зафіксованими на вершині дюнних валів Летя/Letea (+12.4 м) та на дні найнижчого озера (+3 м), розташованого в морській частині дельти. При цьому максимальні глибини в основних дунайських рукавах не враховувались (-39 м в Кілійському рукаві, -34 м в Тульчинському рукаві, та -26 м в рукаві Св. Георгія.

У відношенні до рівня Чорного моря, тільки 20.5% території дельти мають висотну відмітку нижче 0 м. На решті території (79.5%) висотні відмітки становлять більше 0 м, причому на більшій частині цієї території (54.6%) діапазон висотних відміток становить порядку 0-1 м вище СРЧМ. З урахуванням тих ділянок, які мають діапазон висотних відміток порядку 1-2 м (18.2% території дельти), а також низинних ділянок з відмітками нижче 0 м, для більш ніж 93% території дельти гіпсометричні значення не перевищують 3 м. Якщо порівняти ці значення з відмітками, зафіксованими на старих картах, можна побачити, що тільки з початку цього століття площа ділянок з висотними відмітками нижче 0 м зменшилась більш ніж наполовину (від 45.4 до 20.5%), причому розрахунковий темп скорочення становив 1,150 га/рік. Хоча ці значення не є абсолютно точними, вони є досить показовими в плані відображення загальної тенденції в процесі еволюції дельти.

Значний внесок в формування цієї тенденції зробили берегоукріплювальні споруди, розташовані в межах річкової заплави та самої дельти, оскільки зменшення площі потенційного затоплення призвело до інтенсифікації процесу накопичення алювіальних осадів на решті території, яка залишалась в природного стані.

В межах заплавної ділянки між Тульчею та Ісакчею гіпсометричні значення становлять біля 4.2 м на вершинах берегових валів та +1.0 м на дні місцевих озерних водойм.

На території озерного комплексу Разім-Сіноє найвища висотна відмітка (абсолютна висота 48 м) зафіксована на острові Попіна/Popina, а найнижча висотна відмітка (-3.0 м) представляє собою відмітку дна озера Разім/Razim. У той же час більш ніж 99% території комплексу має гіпсометричні значення на рівні біля 5 м, з урахуванням різниці між абсолютними висотними відмітками, які фіксуються на дні озер та на вершинах приморських берегових валів (2.2 м). Якщо розглядати ці значення у відношенні до рівня Чорного моря, тільки 15% території комплексу (саме приморські берегові вали) знаходиться на висотах, які становлять більше відмітки 0 м (=СРЧМ).

### **Елементи морфологічної структури та гідрографічної мережі**

До таких елементів відносяться: стародавні (перед-дельтові) елементи форм рельєфу, прирічкові та приморські берегові вали (берегові вали/піщані бари, прибережні дюни); а також ключові елементи гідрографічної мережі (основні рукави, другорядні водотоки та канали) та озера.

*Перед-дельтові елементи форм рельєфу* включають континентальні залишки стародавньої Кілійської землі (Chilia field) та центральну частину валу Стіпоч/Stipoc, які розташовані далі за Буджакською рівниною (Bugeac Plain), що простягається на північ від Кілійського рукаву. Ці об'єкти сформовані лессовими відкладами. Кілійська земля характеризується поступовим зменшенням абсолютної висотної відмітки (4.5 м) в напрямі з півночі на південь та з північного заходу на південний схід. В цих самих напрямках фіксується поступове перекриття лессових відкладів річковими наносами, результатом чого є поступовий перехід від ландшафту лессової рівнини до ландшафту дельти. Ще одним важливим елементом перед-дельтових форм рельєфу є невеличкі острівці Попіна та Бісерікута/ Bisericuta (сформовані вапняковими покладами Тріасового періоду) на озері Разім, а також маленький острівцець (сформований зеленими сланцями Силуру), пов'язаний з приморським береговим валом Істрія/Histria. Саме на цьому острові було засноване стародавнє місто Істрія/Histria. За оцінками, всі ці елементи перед-дельтових форм рельєфу займають площу, що становить біля 8,200 га (тобто 2.6% від загальної площі дельти).

*Прирічкові берегові вали* являють собою форми рельєфу, утворені в результаті відкладення алювіальних матеріалів, що виносяться на береги водотоків під час повеней. Найбільш розвинені системи берегових валів пов'язані з основними рукавами Дунаю (Кілія, Суліна та Святий Георгій). Ці вали простягаються аж до місця розділення головного русла Дунаю та утворення цих рукавів в районі Чаталупі/Seatalugi, де вони формують типові алювіальні рівнини висотою більше 3 м. Нижче за течією прирічкові берегові вали втрачають як свою висоту, так і ширину, і в морській частині дельти, тобто ближче до моря, вони мають

висоту всього 0.3 м та ширину від 50 до 100 м. Окрім найпотужніших систем берегових валів, які пов'язані з основними рукавами, в дельті Дунаю існують аналогічні, але менші за площею, берегові вали, які простягаються уздовж другорядних водотоків та каналів.

Прирічкові берегові вали займають 6% від загальної площі дельти Дунаю. Будівництво каналів та платформ для зберігання зібраного очерету призвело до утворення штучних берегових валів, які є більш високими та вузькими, ніж природні вали.

*Приморські берегові вали* утворились в результаті сукупної дії процесів морського та річкового переносу та відкладення наносів. Приморські берегові вали розташовані перпендикулярно до курсу основних рукавів та діють як природні дамби. Кільцеві морські течії, характерні для Чорного моря, а також дія морських хвиль є головними чинниками, які призвели та продовжують призводити до утворення приморських валів. Що стосується Дунаю та його ролі в утворенні приморських валів, то він є лише каналом надходження алювіального матеріалу, з якого вони складаються. Цей матеріал переноситься та осаджується під дією морських хвиль та течій. Окрім самого Дунаю, ще одним важливим джерелом надходження наносів є еродовані круті схили північно-західного узбережжя Чорного моря, а також товща уламків розтрощених черепашок, яка укриває поверхню морського шельфу. В межах дельти розташовані найбільші прибережні коси Летя, Караурман та Красніколь (Letea, Caraorman and Crasnicol), які походять від так званого “первинного берегового хребту” та були утворені приблизно 10,000-11,000 років тому. Ці частини первинного берегового хребту утворили природну дамбу, яка в свій час призвела до формування дельтової затоки. Ця затока діє як межа, що відокремлює “річкову дельту” в її нинішньому вигляді. Вищезазначені коси представляють собою ланцюг послідовно розташованих кількох берегових хребтів, сформованих насамперед піщаними відкладами. Їхніми найхарактернішими рисами є досить значна висота (12.4 м у випадку Леті та 7 м у випадку Караурману), їхні дюнні поля, утворені в результаті вітрової ерозії товщі піщаних відкладів, а також пов'язані з ними специфічні рослинні угруповання. З огляду на надзвичайне багатство та різноманіття своєї флори, лісові масиви Летя та Караурман отримали статус природних заповідників. Третій комплекс приморських берегових валів має назву Саратуріли/Saraturile та розташований безпосередньо між комплексом первинного берегового хребту та нинішніми піщаними барами: його вершина знаходиться на морському узбережжі, а сам він віялоподібно розгортається від північно-східної до південно-західної частини дельти. Численні вузькі та низькі піщані бари, розкидані по всій площі морської дельти, також відносяться до тієї ж самої форми рельєфу.

Острів Сахалін (Sakhalin island), що сформувався у гирлі рукаву Святого Георгія, є одним з найяскравіших прикладів, які ілюструють генезис цих форм рельєфу.

Ще одна значна система морських піщаних валів включає вали Читук, Істрія та Лупілор

(Chituc, Istria and Lupilor), які пов'язані з озерним комплексом Разім-Сіноє.

*Гідрографічна мережа* відіграє дуже важливу роль в процесах формування, розвитку та функціонування системи дельти. Еволюційний розвиток як головних рукавів, так і другорядних водотоків відбувався протягом тривалого часу та формувалася під дією комплексу неотектонічних факторів та в залежності від інтенсивності процесів переносу та акумулювання наносів.

Починаючи з перших гідро-інженерних робіт, здійснених на Сулінському рукаві в 20-му сторіччі, гідрографічна система дельти Дунаю постійно зазнавала та продовжує зазнавати суттєвих антропогенних змін, вмотивованих різними економічними цілями. За цих умов до мережі природних водотоків додалась система штучних каналів, побудованих з ціллю поліпшення режиму водообміну на певних ділянках дельти або забезпечення здійснення різних видів господарської діяльності (риборозвідні ставки, сільськогосподарські польдерні системи, шляхи транспортування зібраного очерету і т.ін.).

Найістотніших змін зазнали рукави Суліна та Святого Георгія. Так, наприкінці 19-го сторіччя, довжина Сулінського рукаву була зменшена з 91.9 км до 63.7 км в рамках створення судового ходу, який забезпечуватиме вихід до моря. Зовсім недавно було здійснене спрямлення рукаву Святого Георгія шляхом відрізання його основних природних меандрів, в результаті чого довжина рукаву зменшилась зі 108 до 70 км.

Загальна довжина природних (або частково зарегульованих) водотоків в дельті Дунаю становить 1,743 км, а довжина штучних каналів сягає 1,753 км. Серед нових каналів, основним призначенням яких є забезпечення функціонування водного транспорту, особливу увагу слід приділити каналам Міла 23 та Караурман (Mila 23 and Caraorman), які призвели до порушення природного режиму стоку, результатом чого стала інтенсивна акумуляція наносів та інші негативні процеси.

*Озера*, розташовані на території біосферного заповідника в Дунайській дельті, є ще одним важливим елементом місцевого рельєфу та гідрографічної мережі. Згідно з результатами нещодавнього інвентаризаційного дослідження, до 1980 року в дельті Дунаю існувало 668 озер з загальною площею водної поверхні 31,262 га (тобто 9.28% від загальної площі дельти). В результаті будівництва гребель та дренажних систем, пов'язаних з сільськогосподарськими польдерними системами Пардіна та Сіраза (Pardina and Sireasa), кількість озер зменшилась до 479, а їхня загальна площа становить 25,794 га (8.06% від загальної площі дельти).

В верхній – західній – частині дельти, де процеси утворення та відкладення наносів є більш інтенсивними, озера є більш чисельними, відносно малими за площею (до 40 га) та мілкими (<1.0 м), тоді як нижня ділянка східної частини дельти характеризується меншою



кількістю озер при тому, що площа кожного з них є набагато більшою: озеро Фуртуна/Furtuna (977 га), озеро Горгова/Gorgova (1,377 га), озеро Ісак/Isac (1,101 га), озеро Маліта/Mati]a (652 га), озеро Мерхей/Merhei (1,057 га), озеро Рошу/Ro[u (1,445 га), озеро Луміна/Lumina (1,367 га), Озеро Пію/Puiu (865 га), озеро Дранов/Dranov (2,170 га) і т.д. Їхня глибина в середньому становить 1-2 м, в деяких місцях сягаючи до 3 м. Виключенням являються старичні озера, наприклад, озеро Белчуг/Belciug, глибина якого становить 7 м.

Аналогічна картина вимальовується при вивченні інших морфо/гідрографічних характеристик озер, які також змінюються в залежності від інтенсивності процесів утворення та відкладення наносів. В західній частині дельти більшість озер межує з прирічковими береговими валами, тому відмітки дна зазвичай знаходяться вище відмітки СРЧМ, інколи становлячи 1.0 м вище відмітки СРЧМ. Озера східної частини дельти поєднані у великі озерні комплекси, а їхні берегові лінії сформовані заростями очерету та плавучими очеретяними масивами.

Озерний комплекс Разім-Сіноє, площа якого становить 101,500 га, є найзначнішою озерною системою в Румунії. Він сформувався в результаті утворення та розвитку вузької морської коси, яка відокремила стародавню морську затоку Гальмирис від моря. Зараз зв'язок між затокою та морем здійснюється через дві протоки (*зупі*) – Портиця та Перітея (Porti]a and Peritea). Найбільшими озерами комплексу є Разім, Сіноє, Зміїця та Головиця (Razim, Sinoie, Zmeica and Golovi]a).

Діапазон глибин в цих озерах становить від 1.0 до 3.5 м. Озеро Разім є найглибшим (3.0 - 3.5 м), а озеро Зміїця має найменші глибини (біля 1.0 м). Озеро Сіноє залишається єдиним озером з солонуватою водою, тоді як решта озер комплексу в процесі водообміну з річкою Дунай трансформувались у прісноводні водойми, вода яких використовується для зрошування місцевих сільськогосподарських угідь.

## Ґрунти

Структура ґрунтового покриву дельти Дунаю представлена у таблиці 9.1.

**Таблиця 9.1 – Структурна характеристика ґрунтів дельти Дунаю**

Тип ґрунту	Площа (га)	%
Алювіальні ґрунти	53900	13.3
Ґрунти водойм або підводні ґрунти	70200	17.3
Глейові ґрунти	88400	21.8
Піщані ґрунти та піски	63500	15.6
Солончаки	8100	2
Каштаноземи	900	0.2
Гістосоли	110600	27.2
Антросоли	10400	2.6

## Рослинний світ

З точки зору видового різноманіття своєї флори та фауни, біосферний заповідник "Дунайська Дельта" займає третє місце в світі після дельти Амазонки та дельти Нілу.

Згідно з даними дослідження, проведеного в 1991-1997 рр., флора дельти Дунаю включає 1615 видів рослин, і це становить близько 1/3 від загальної кількості відомих видів, зареєстрованих в складі рослинного світу Румунії;

У складі рослинного світу дельти Дунаю продовжують переважати місцеві види рослин, хоча значні ділянки дельти зазнали істотних змін в результаті проведення масштабних гідротехнічних робіт, пов'язаних з розвитком сільського господарства, рибного господарства та лісового господарства.

Результати останнього картування рослинного покриву дельти Дунаю, свідчать про те, що біля 70% загального рослинного покриву становлять угруповання, пов'язані з очеретяними болотами, рогузовими болотами (*Typha angustifolia*), *Scipetum*, осоковими болотами (*Carex elata*), а також плавучими торфовими острівцями. У дельті Дунаю знаходиться найбільша в світі зона компактного розміщення заростей очерету (178,348 га);

В озерах, каналах та другорядних водотоках водна рослинність представлена зануреними та плавучими рослинами: *Nymphaea* sp., *Nuphar*, *Trapa natans*, *Potamogeton* sp., *Myriophyllum* sp., *Utricularia* sp.

У складі лісової рослинності переважають різні види верб, які формують лісовий покрив більш високих прирічкових берегових валів (*Salix trianda*, *S. fragilis*, *S. alba*). На менш високих схилах зустрічається мала сіра верба (*Salix conerea*).

На низьких вологих ділянках морських кіс Летя та Караурман (Letea and Caraorman) сформувались дубові ліси (хасмачі/Hasmace), у складі яких переважають такі види як *Quercus robur*, *Q. pedunculiflora*, а також зустрічаються ясені (*Fraxinus angustifolia*, *F. pallisiae*), різні види чагарників та повзучих рослин (*Vitis silvestris*, *Periploca graeca*). Рослинність, пов'язана з дюнними комплексами, представлена специфічними асоціаціями піщаних рослин (*Koeleria pyramidata*, *K. glauca*, *Festuca pallens* і т.ін.). На засолених ділянках переважно зростають галофіти (*Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, *Puccinellia distans*, *Aelurolus littoralis*, *Limonium gmelini*).

## Тваринний світ

У період 1991-1997 років в дельті Дунаю були зареєстровані 3491 видів тварин, включаючи 3018 безхребетних та 473 видів (85 видів риб, 9 видів земноводних, 12 видів, 325 видів птахів).

Значення дельти Дунаю для існування мігруючих видів птахів може бути проілюстроване даними, наведеними у таблиці 9.2.

**Таблиця 9.2 – Перелік основних мігруючих птахів дельти Дунаю**

Наукова назва	Англійська назва	Українська назва	Частка (%) від загальної європейської (E), палеарктичної (P) або світової (W) популяції, яка припадає на БЗД
<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	Pygmy cormorant	Малий баклан	61 (W)
<i>Pelecanus onocrotalus</i>	White pelican	Білий пелікан	52 (P)
<i>Pelecanus crispus</i>	Dalmatian pelican	Кучерявий пелікан	5 (W)
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Night heron	Квак	17 (E)
<i>Ardeolla ralloides</i>	Squacco heron	Жовта чапля	26 (P)
<i>Egretta garzetta</i>	Little egret	Мала біла чапля	11 (E)
<i>Ardea purpurea</i>	Purple heron	Руда чапля	11 (E)
<i>Branta ruficollis</i>	Red-breasted goose	Червоновола казарка	90 (W)
<i>Plegadis falcinellus</i>	Glossy ibis	Коровайка	30 (E)
<i>Platalea leucorodia</i>	Spoonbill	Косар	<1 (E)
<i>Haliaeetus albicilla</i>	White-tailed eagle	Орлан-білохвіст	<1 (W)
<i>Circus aeruginosus</i>	Marsh harrier	Лунь очеретяний	4 (E)

Перелік птахів, які входять до складу орнітофауни дельти Дунаю, а також відомості щодо їхнього охоронного статусу наведені у додатку Е.

Прісноводна іхтіофауна включає 78 видів риб, 10 з яких є далеко мігруючими видами, що переміщуються між Чорним морем та річкою Дунай або її дельтою, і ще 12 видів є суто річковими мігрантами. Перелік видів риб з визначенням відповідних екологічних асоціацій та охоронного статусу наведений у додатку Ж.

Традиційні шляхи міграції далеко мігруючих видів риб, включаючи осетрових, показані на рис. 9.8.

Перелік та класифікація ділянок морської зони БЗДД, які мають загальноєвропейське значення як місця існування різних видів флори та фауни наведені у додатку И.

Перелік та опис об'єктів мережі Natura 2000 в румунській частині дельти Дунаю наведено у додатку К

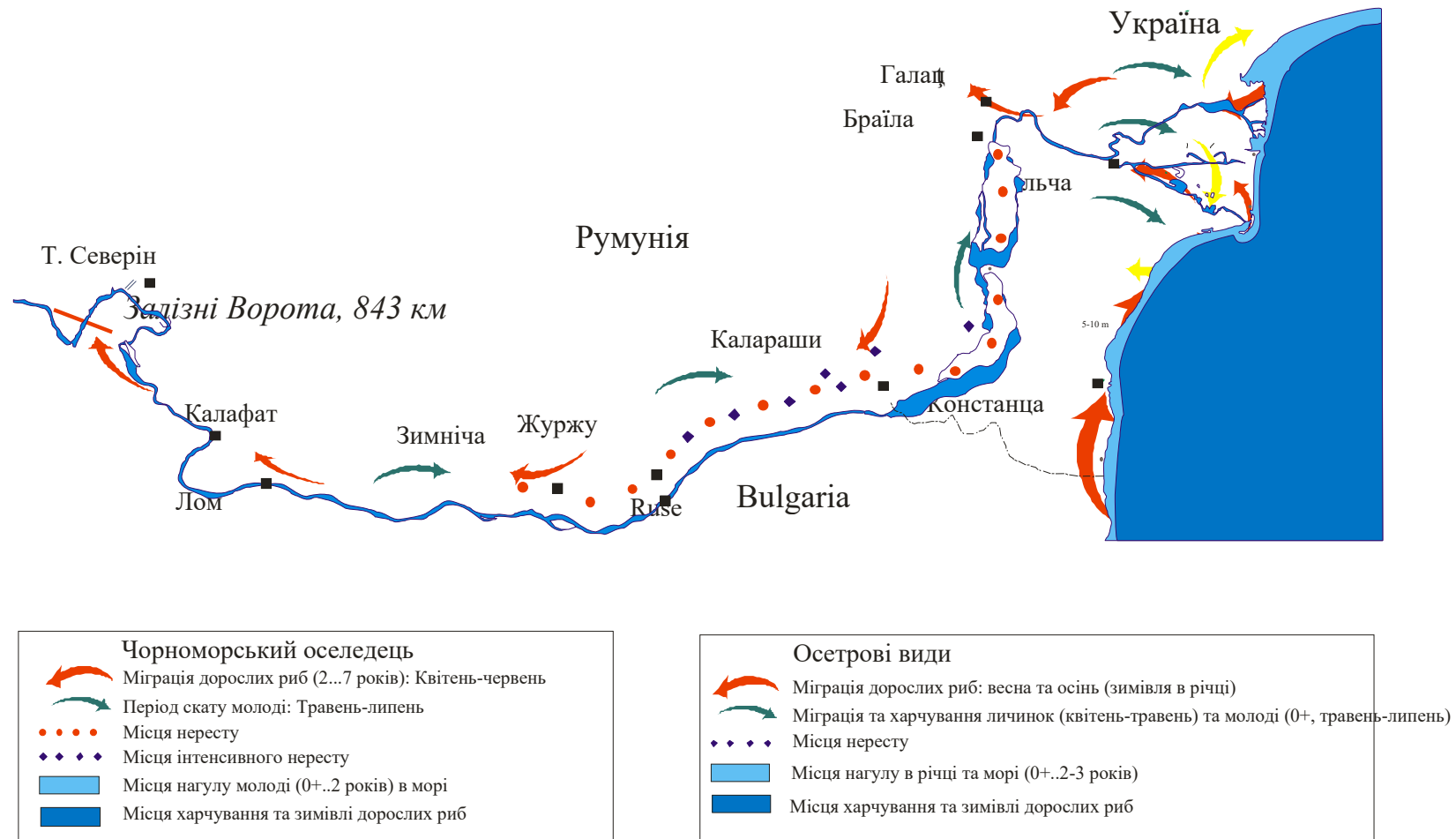


Рисунок 9.8 Структура міграційних потоків популяцій Дунайського оселедця та осетрових

## Соціально-економічні аспекти

У ХХ сторіччі чисельність населення дельти Дунаю коливалася від 15,000 до 21,000 осіб. Основними факторами впливу на демографічну ситуацію стали дві світові війни та економічний розвиток м. Тульча. Самий низький показник чисельності населення за минуле сторіччя (15,590 осіб) був зафіксований у 1992 році. У зв'язку з тим, що найактивнішими мігрантами є молоді люди віком до 35 років, зменшення чисельності місцевого населення насамперед обумовлене віковим фактором. Одна з головних цілей створення та розвитку біосферного заповідника "Дунайська дельта" полягає у створенні відповідних умов для зменшення темпів міграції населення за межі регіону.

З самих давніх часів риболовля була головним заняттям місцевого населення, і така ситуація зберігається і зараз, навіть не зважаючи на скорочення обсягів вилову риби та погіршення його якісного складу. Головними населеними пунктами, в яких риболовля є головним видом діяльності місцевого населення, являються Крісан/Crisan, Міла 23 / Mila 23, Горгова/Gorgova та Св. Георгій / Sf. Gheorghe, населення якого також займається морською риболовлею.

Наступним за значенням та масштабом видом діяльності було та залишається вівчарство та розведення великої рогатої худоби, яке спочатку мало тимчасовий характер та виглядало як прихід на зимівлю вівчарів зі своїми отарами зі Східних Карпат та Молдовської Рівнини, але в другій половині ХІХ сторіччя стало одним з постійних занять для місцевого населення. Основними місцями розведення великої рогатої худоби є населені пункти Летя/Letea, Переправа/Periprava, С.А. Розетті / С.А. Rosetti, Св. Георгій та Караурман/Caraorman.

Сільське господарство було і залишається традиційним видом діяльності населення тих районів, в яких зосереджені високоякісні орні угіддя (Кілія/Chilia, Бардіна/Pardina, Плаун/Plaur, Сальчені/Salceni, Чаталкої/Ceatalchio і Патлажанка/Patlageanca), представлені алювіальними ґрунтами, що укривають високі прирічкові вали, які майже ніколи не затоплюються. Сільськогосподарське рослинництво менш розвинене в таких районах як Летя та Караурман (Letea and Caraorman), де ґрунтовий покрив, переважно представлений пісками, є менш придатним для сільського господарства.

Починаючи з 1960, традиційна структура господарської діяльності, в якій переважали риболовля та сільське господарство, зазнала значних змін в результаті масштабного розвитку таких видів діяльності як вирощування та збір очерету, експлуатація рибоводних ставків, створення великих польдерних систем для потреб сільського та лісового господарства.

Створення великих гідротехнічних споруд в регіоні обумовило інтенсивний розвиток

судноплавства – насамперед мова йде про спрямлення/скорочення Сулінського рукаву, яке було здійснене в період з 1962 по 1982 рік для забезпечення заходу океанських судів (порти до гавані порту Браїла. Обсяги морських вантажоперевезень по Сулінського рукаву з такими його портами як Тульча, Рені (Україна), Галац та Браїла виросли з 1.8 мільйонів тонн/рік в 1938 році до 8.5 мільйонів тонн станом на минуле десятиріччя. Окрім вантажоперевезень, в дельті Дунаю добре розвинені й пасажирські перевезення.

В структурі землекористування головне місце займають сільське господарство (14.2%) та рибне господарство (12.9%), які переважно зосереджені в західній річковій частині дельти (табл. 9.3). Слід зазначити, що землі Дунайської дельти зазнали досить значного впливу в результаті створення та функціонування масштабних зрошувально-осушувальних схем (22.3%).

**Таблиця 9.3 – Структура землекористування на території БЗДД (згідно з Актом екологічного зонування 82/1993)**

<b>Екологічні зони</b>	<b>Площа, га</b>	<b>Площа, %</b>
<b>Включаючи:</b>		
I. Зони повної охорони	50,600 га	8,7%
II. Буферні зони, включаючи морські буферні зони	223,300 га (103,000 га)	38.5% (46.1%)
III. Зони господарської діяльності:	306,100 га	52,8%
- с/г польдери	(43,391 га)	(14.2%)
- рибоводні ставки	(39,567 га)	(12,9%)
- об'єкти лісового господарства	(6,442 га)	(2.1%)
- зони житлової та адміністративної забудовлі (Акт 18/1991)	(27,243 га)	(8,9%)
- запропоновані зони екологічної реабілітації	(11,425 га)	(3.7%)
- інші види користування	(178,032 га)	(58.2%)
<b>Загальна площа БЗДД:</b>	<b>580,000 га</b>	<b>100%</b>

### **Природні геоморфологічні процеси та зміни, обумовлені господарською діяльністю**

Головними геоморфологічними процесами, які формують природний режим функціонування дельти, є відкладення та акумуляція алювіального матеріалу (45-48 мільйонів тонн/рік), який переноситься річковим стоком Дунаю; осадження залишків напіврозкладеної органіки на дні озер; вітрова ерозія підвищених ділянок приморських берегових валів;

формування прибережних кіс та елементів вторинної дельти в гирлах рукавів Кілія та Святого Георгія. Найтипівішим прикладом в цьому плані є суб-дельта/вторинна дельта Кілійського рукаву на території української частини дельти Дунаю, яка сформувалась протягом останніх 100 років, причому швидкість її зростання становила 40-80 м/рік. Ще одна вторинна дельта зараз формується в гирлі рукаву Святого Георгія, але вона має іншу форму та поздовжню орієнтацію.

Процеси морської берегової ерозії розвинені уздовж всього румунського узбережжя Чорного моря. Головним чинником розвитку цих процесів є повільний підйом рівня води в морі (зі швидкістю 2-4 мм/рік), який розпочався місце в минулому сторіччі. Інтенсивність цих ерозійні процеси ще більше посилюються в результаті зменшення обсягів виносу твердого стоку з водами Дунаю. Головною причиною такого зменшення є будівництво дамб гідроелектричних станцій уздовж основного русла та в басейнах приток Дунаю.

Середня швидкість відступу берегової лінії моря становить 3.7 м/рік, що означає постійне скорочення площі дельти та озерного комплексу Разім-Сінос зі швидкістю 47 га/рік.

Максимальна швидкість відступу берегової лінії на рівні 17.5 м/рік була зафіксована на ділянці між рукавами Суліна та Святого Георгія.

Антропогенні зміни в географічних умовах на території дельти насамперед пов'язані з новими видами землекористування, які набули масштабного розвитку в другій половині минулого сторіччя. Наприклад, в період 1960-1970 років, який отримав назву “очеретяний період”, була створена мережа каналів та земляних платформ. В 1970-1980 роках, тобто під час “рибоводного періоду”, значні ділянки дельти були розрівняні та перегороджені дамбами з метою створення мережі об'єктів промислового риборозведення. Період 1980-1989 років, або так званий “сільськогосподарський період”, характеризувався широкомасштабним розвитком сільськогосподарських польдерних систем (Пардіна/Pardina (27,000 га), Ширази/Sireasa (7,500 га)). Всі ці антропогенні втручання призвели до суттєвих змін в структурі місцевого ландшафту та вчинили значний вплив на режим функціонування екосистеми дельти.

Будівництво та функціонування на території румунської частини дельти великих каналів, гідротехнічних споруд, що регулюють режим стоку на значних ділянках дельти, а також створення розгалуженої мережі ірігаційних каналів призвели до виникнення “квазі-каналізованого” режиму річкового стоку, в умовах якого річковий стік швидко спрямовувався в Чорне море через великі рукави, і це спричинило негативний вплив на стан ґрунтів та екосистем, викликало занесення та замулення озер Сіраза/Sireasa, Фуртуна/Furtuna, Горгова/Gorgova, Узліна/Uzlina та Рошу/Rosu.

## **9.2 Визначення факторів довкілля, на які поширюються впливи планованої діяльності та можливих екологічних наслідків**

Процеси впливів є складним плетивом фізичних, хімічних і біологічних процесів різного порядку: первинними процесами вважаються ті, які виникають безпосередньо під дією факторів впливів, а вторинними (опосередкованими) – ті, що ініціюються первинними процесами. При цьому у вторинних процесах факторами впливів є результати первинних процесів.

Поряд з факторами середовища, які впливають на плановану діяльність і є чутливими до впливів планованої діяльності, для вибору майданчика важливі також фактори середовища, що здатні значно підсилювати або послаблювати негативний вплив антропогенних факторів. Зокрема, вибір траси глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море, яка проходить по природним глибоким рукавам дельти (фактор середовища), дозволив звести до мінімуму площу земель, що відчужуються, та обсяг днопоглиблювальних робіт (фактори впливу). Адже саме днопоглиблювальні роботи та відчуження земель спричиняють головні негативні впливи при здійсненні судноплавства у дельті Дунаю.

Мінливість факторів середовища є головною умовою (а також результатом) еволюції дельти, і наслідки цієї мінливості зазнають на собі всі природні та техногенні об'єкти, розташовані в її межах. Як свідчить історичний досвід судноплавства в умовах дельти, техногенні впливи будівництва та експлуатації суднових ходів на навколишнє середовище відбуваються на фоні визначальних впливів еволюційних і циклічних процесів дельтоутворення, підсилюючи та послаблюючи деякі з них. При оцінці впливу створення суднового ходу на навколишнє середовище критично важливим є відокремлення наслідків створення самого суднового ходу від наслідків мінливості факторів середовища.

Результати проведеного детального аналізу комплексу впливів ГСХ на компоненти навколишнього середовища, аякий носить транскордонний характер, наведено у таблицях 9.4 – 9.7



**Таблиця 9.4 – Перелік факторів впливу ГСХ на навколишнє середовище у будівельний та експлуатаційний періоди**

<b>Види робіт і джерела впливу</b>	<b>Фактори впливу</b>
<p>1. Виїмка ґрунту на ділянках русла та морського підхідно-го каналу. Складування ґрунту в руслові та берегові відвали і морське звалище. Комплекс машин і механізмів</p>	<p>1.1. Пошкодження дна на ділянках річкового русла, морського підхідного каналу та захисної дамби  1.2. Пошкодження дна на ділянці морського звалища  1.3. Заняття земель під берегові відвали  1.4. Втрати ґрунту при виїмці та дампінгу (по ділянках траси)  1.5. Контакт складованого ґрунту з морською водою  1.6. Надходження зворотних вод з берегових відвалів  1.7. Шум від роботи механізмів  1.8. Викиди в атмосферу від роботи двигунів</p>
<p>2. Ремонтні днопоглиблювальні роботи. Складування ґрунту до руслових та берегових відвалів і на морське звалище. Комплекс машин і механізмів</p>	<p>2.1. Пошкодження дна на ділянках річкового русла, морського підхідного каналу при виїмці ґрунту  2.2. Пошкодження дна на ділянці морського звалища  2.3. Заняття земель під берегові відвали  2.4. Втрати ґрунту при виїмці  2.5. Контакт складованого ґрунту з морською водою  2.6. Надходження зворотних вод з берегових відвалів  2.7. Шум від роботи механізмів  2.8. Викиди в атмосферу від роботи двигунів</p>
<p>3. Комплекс гідротехнічних споруд и судна, що проходять судовим ходом</p>	<p>3.1. Проріз і дамби в зоні бара як дельтоформуєчі елементи  3.2. Змінені морфометричні та гідродинамічні параметри водотоків та барової області  3.3. Хвильобій при проходженні суден  3.4. Надходження забруднюючих речовин при аваріях  3.5. Занесення нових представників флори та фауни  3.6. Шум при роботі двигунів  3.7. Викиди в атмосферу забруднюючих речовин</p>

**Таблиця 9.5 – Характеристика основних процесів впливу ГСХ на навколишнє середовище**

<b>Фактори впливу</b>	<b>Процеси впливу</b>
1.1, 1.2	I Винищення біоценозів бентосу на частині площі дна
2.1, 2.2	II Змінення рельєфу дна та берегів
1.3, 2.3	III Намивання ґрунту земзнаряддям на майданчики між дамбами обвалування
1.4, 2.4	IV Поширення вниз за течією дрібнодисперсної зависі з адсорбованими забруднюючими речовинами
1.5, 2.5	V Винищення організмів бентосу на ділянці морського звалища. Періодичне надходження завислих і розчинених забруднюючих і біогенних речовин у морську воду
1.6, 2.6	VI Надходження до русла, де формуються на майданчиках зливної та фільтраційні зворотні води, забруднюючих речовин
1.7, 2.7, 3.6	VII Поширення у повітряному та водному середовищі звукових коливань при роботі судових двигунів і будівельних механізмів
1.8, 2.8, 3.7	VIII Збільшення вмісту в приземних шарах атмосфери окислів азоту, сажі, вуглеводнів, сірчистого ангідриду, оксиду вуглецю
3.1	IX Змінення природного ходу процесів висування морського краю дельти у районі бара
	X Збільшення надходження у пригирлові ділянки русла солоних морських вод
3.2	XI Переформування і поява нових біотопів з твердим і м'яким субстратом
	XII Можливий перерозподіл витрат води поміж рукавами дельти, збільшення згінно-нагінних явищ у руслі та його прибережній смугі
3.3	XIII Можливий розмив прируслових валів і прибережних кіс
3.4	XIV Поширення у прилеглий акваторії моря плівок нафтопродуктів, підвищення вмісту в морській воді забруднюючих речовин
3.5	XV Поява у бентосі та прибережній смугі нових представників флори та фауни

Таблиця 9.6 – Характеристика екологічних наслідків створення та експлуатації

ГСХ

Процеси впливу	Можливі екологічні наслідки
I	Зменшення первинної продукції бентосу. Збитки іхтіофауні через втрати кормової бази. <i>Зона впливу – ділянки траси ГСХ, що підпадають під дію факторів 1.1, 1.2, 2.1, 2.2.</i>
II	Інтенсифікація процесів перевідкладення наносів. Перерозподіл стоку між рукавами. <i>Зона впливу – система рукавів дельти.</i>
III	Деградація ґрунтів, збитки рослинному та тваринному світу. <i>Зона впливу – земельні ділянки, що відчужуються під відвали</i>
IV	Погіршення якості води, підвищення трофності та погіршення кисневого режиму у водотоках дельти на місці роботи земснарядів і нижче за течією, можливість токсичного впливу на гідробіонтів. У зонах підвищеної каламутності – зниження продуктивності фітопланктону та фітобентосу. Збитки іхтіофауні через втрати кормової бази та токсичну дію. <i>Зона впливу – система рукавів дельти нижче місць проведення днопоглиблювальних робіт.</i>
V	Погіршення якості води, підвищення трофності та погіршення кисневого режиму прилеглої ділянки морської акваторії, можливий токсичний вплив на гідробіонтів. У зонах підвищеної каламутності – зниження продуктивності фітопланктону та фітобентосу. Збитки іхтіофауні через втрати кормової бази і токсичну дію. <i>Зона впливу – прилегла ділянка морської дельти</i>
VI	Погіршення якості ґрунтових і поверхневих вод. <i>Зона впливу – прибережна смуга.</i> Підвищення рівня трофності та погіршення кисневого режиму у водотоках дельти нижче відвалів, можливість токсичної дії на гідробіонтів. <i>Зона впливу – система рукавів дельти нижче відвалів.</i>
VII	Погіршення умов життя населення та відлякувальна дія на тварин. <i>Зона впливу – прибережні смуги водотоків уздовж траси, території поблизу місць роботи механізмів і плавзасобів.</i>
VIII	Погіршення умов життя населення, погіршення умов зростання рослин та існування популяцій тварин. <i>Зона впливу – території поблизу місць роботи механізмів і плавзасобів, що використовуються при днопоглибленні та гідротехнічному будівництві, прибережні смуги водотоків вздовж траси ГСХ.</i>
IX	Імовірність втрати місць безпечного гніздування видів птахів, які охороняються, порушення нагульних міграцій риб і нерестовищ уздовж берегів <i>Зона впливу – прибережні райони дельти.</i>
X	Імовірність деградації існуючого та формування нового комплексу бентосних організмів. Утеча рідкісних і ендемічних риб. <i>Зона впливу – ділянка русла, що примикає до морського краю дельти.</i>
XI	Підвищення видового різноманіття та біомаси бентосу за рахунок розвитку біоценозів обростання. <i>Зона впливу – ділянки гідротехнічних споруд з відсипкою каміння та щебеню.</i>
XII	Збільшення водообміну та коливань рівня води у прибережній смузі. <i>Зона впливу – прибережна смуга.</i>
XIII	Змінення водного режиму плавнів. Втрата місць зростання екотонної флори та мешкання видів фауни які є цінними і охороняються. <i>Зона впливу – прируслові вали та прилегла територія плавнів.</i>
XIV	Погіршення якості води, підвищення трофності та погіршення кисневого режиму у водотоках нижче за течією, можливість токсичної дії на гідробіонтів і біоту прируслових валів. <i>Зона впливу – система рукавів нижче місця аварії, при великих аваріях – прилегли райони узмор'я та прибережна смуга морського краю дельти.</i>
XV	Можлива небажана зміна структури водних і наземних біоценозів, витіснення видів, які є цінними і охороняються, погіршення паразитологічного становища. <i>Зона впливу – русло рукава та прилегли до нього ділянки плавнів.</i>

**Таблиця 9.7 – Розподіл можливих екологічних наслідків впливу по компонентах природного середовища**

Середовище	Можливі екологічні наслідки
Геологічне	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зміни рельєфу дна та берегів;</li> <li>- інтенсифікація процесів перевідкладання наносів;</li> <li>- перерозподіл стоків тягнутих наносів між рукавами;</li> <li>- розмив окремих ділянок берегів уздовж траси ГСХ внаслідок утворення хвиль від суден, що проходять;</li> <li>- зміни водного режиму островів дельти;</li> <li>- зміни процесів еволюції дельти.</li> </ul>
Водне	<ul style="list-style-type: none"> <li>- збільшення витрат по рукавах дельти, що включені до траси ГСХ;</li> <li>- змінення поля швидкостей течії у баровій частині траси ГСХ,</li> <li>- проникнення морських вод до рукава;</li> <li>- зміни екологічних умов на окремих ділянках рукавів через появу твердих субстратів;</li> <li>- тимчасове зниження самоочисної спроможності річкової екосистеми, погіршення якості води та кисневого режиму у місцях роботи земснарядів та нижче за течією, на ділянці морської акваторії, що прилягає до місця дампінгу ґрунту, нижче місця аварії – при аварії з судами, що проходять;</li> <li>- погіршення якості ґрунтових і поверхневих вод у місцях відвалів донних відкладень.</li> </ul>
Повітряне	<ul style="list-style-type: none"> <li>- шум і газоаерозольні викиди шкідливих речовин при роботі двигунів суден, будівельних механізмів і допоміжних плавучих засобів, а також при аваріях, які супроводжуються пожежами або вибухами на суднах, що проходять (стаціонарні джерела забруднення атмосфери відсутні як під час будівництва, так і під час експлуатації).</li> </ul>
Ґрунт	<ul style="list-style-type: none"> <li>- змінення властивостей ґрунтів у межах спеціально відведених земельних ділянок під відвалами донних відкладень, що вилучаються.</li> </ul>

### **9.3 Перелік можливих транскордонних впливів ГСХ на навколишнє середовище у відповідності з висновками Комісії із запиту, виділення ключових факторів впливів у транскордонному контексті**

Основним результатом роботи Комісії із запиту стало обґрунтування переліку та визначення імовірності і значущості можливих транскордонних впливів ГСХ [7]. Нижче надається перелік розглянутих комісією можливих транскордонних впливів, у якому вони згруповані за ступенем їх імовірності, значущістю та достатністю отриманих даних, що дає можливість виокремити найбільш значущі транскордонні впливи та саме на них зосередити увагу при проведенні досліджень впливів ГСХ відповідно до планованої діяльності з його реконструкції.

**1) *Гмовірні значні*** негативні транскордонні впливи:

- (1) вплив днопоглиблювальних робіт на розподіл витрат води між рукавами Бистрий і Старостамбульський та на динаміку рівня води вздовж рукава Бистрий, що призводить до втрати акваторій, які використовуються рибами для нересту і розвитку молоді та птахами для гніздування і харчування;
- (2) вплив втрати місць мешкання риб та птахів в результаті влаштування відвалів ґрунту, проведення днопоглиблювальних робіт і створення берегозахисних споруд;
- (3) вплив збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт на риб;
- (4) вплив на мутність морської води в результаті дампінгу на морське звалище під дією вздовжберегових південних течій;
- (5) тривалі перешкоди відновленню порушених для використання рибами ділянок дна, які чинитимуться експлуатаційними днопоглиблювальними роботами, що повторюються;
- (6) кумулятивні впливи судноплавства, втрат місць мешкання та/або турбування на життя риб і птахів, значні за масштабами та довготривалі.

**2) *Малоймовірні значні (непідтверджені)*** негативні транскордонні впливи:

- (7) вплив збільшення проникнення солоних вод в рукав Бистрий;
- (8) вплив днопоглиблювальних робіт і будівництва захисної дамби на міграційну поведінку осетрових та оселедцю.

**3) *Неймовірні значні*** транскордонні впливи:

- (9) широкомасштабний та довготривалий вплив днопоглиблювальних робіт на гідроморфологічні процеси
- (10) вплив днопоглиблювальних робіт на розподіл витрат і, відповідно, на динаміку рівнів між Кілійським і Тульчинським рукавами;
- (11) вплив днопоглиблювальних робіт на барі рукава Бистрий;
- (12) вплив днопоглиблювальних робіт на збільшення концентрації біогенних речовин;
- (13) вплив токсичного забруднення від донних відкладень;
- (14) вплив загального збільшення біогенних речовин, важких металів та органічних мікро-забруднювачів;
- (15) вплив від потрапляння риб у земснаряд;
- (16) вплив звалища у Чорному морі на риб.

**4) *Імовірно*** негативні транскордонні впливи, але *недостатньо інформації, щоб судити про їх значимість*:

- (17) вплив днопоглиблювальних робіт на мутність річкових та морських вод;
- (18) вплив на морфологію узбережжя Румунії між Кілійським і Сулінським рукавами в результаті спорудження захисної дамби і експлуатаційного днопоглиблення на барі рукава Бистрий;
- (19) вплив судноплавства на життя риб і птахів;
- (20) вплив збільшення завислих речовин в місцях і поблизу від місць проведення днопоглиблювальних робіт;
- (21) вплив на міграцію риб, які проходять повз місця проведення днопоглиблювальних робіт, або повз змінені внаслідок цього ділянки між місцями мешкання вздовж кордону;
- (22) вплив змін морфології дна та берегів в результаті днопоглиблювальних робіт та берегозахисних заходів, які призводять до уніфікації умов та деградації місць мешкання;
- (23) вплив звалища у Чорному морі на бентосну фауну навколо звалища внаслідок збільшення концентрації і розподілу завислих речовин, втрати місць мешкання і знищення організмів, що становлять кормову базу риб.

**5) *Неймовірно*** транскордонні впливи, але з *недостатньою інформацією, щоб судити про значимість*:

- (24) присутність токсичних концентрацій цинку і міді.

**9.4 Результати досліджень впливу конфігурацій дамб морського підхідного каналу при реконструкції ГСХ на перерозподіл стоку між рукавами дельти Дунаю**  
***Конфігурації дамби і вхідні данні щодо гідрографічних характеристик дельти, які використовувались для моделювання***

Границі зони двовимірного моделювання впливу будівництва і експлуатації морського підхідного каналу та огорожувальних дамб на структуру течій, розподіл витрат води та динаміку рівнів води у рукавах Бистрому та Старостамбульському показані на рисунку 9.9.



**Рисунок 9.9. Супутниковий знімок GoogleMap української частини Кілійського рукава дельти Дунаю із границею області Проекція UTM35, EPSG: 32635.**

По Кілійському рукаву область двовимірного моделювання починається від м. Вилкове та включає в себе більшість рукавів, на які розділяється Кілійський рукав та які впадають в Чорне море. Це рукави Очаківській, Анкудинов, Полудений, Прорва, Потапівський, Гнеушев, Старостамбульський, Бистрий, Восточний і Циганський. Рукави Лімба (Мусура) і Курильський не включені в область моделювання, тому що кількість води, що протікає по них, менша 1% від вхідної витрати Кілійського рукава по створу біля м. Вилкове.

Ділянка Чорного моря, що входить в область моделювання, включає в себе Жебріянську бухту на півночі, простягається від Жебріянської бухти на південь уздовж узбережжя смугою завширшки 9 км та на півдні включає в себе мілководну бухту Мусура.

Батиметрія області моделювання будувалась на основі оцифрованих навігаційних карт української частини Кілійського рукава дельти Дунаю та навігаційних карт морського узбережжя дельти. Частину карт представлено на рисунках 9.10А – 9.10Е.

РЕКА ДУНАЙ Очаковское гирло, гирло Прорва 16-3 км  
DANUBE RIVER Ochakovskoye Mouth, Prorva Mouth 16-3 km

Настоящая карта содержит первичные данные государственного учреждения "Госгидрография". Копирование в какой-либо форме, даже в виде отдельных фрагментов, допускается только с разрешения государственного учреждения "Госгидрография".  
This chart contains the original data of the State Hydrographic Service of Ukraine. No part of the chart may be reproduced in any form, including separate fragments, without the prior permission of the State Hydrographic Service of Ukraine.

ЛИСТ 19  
SHEET 19

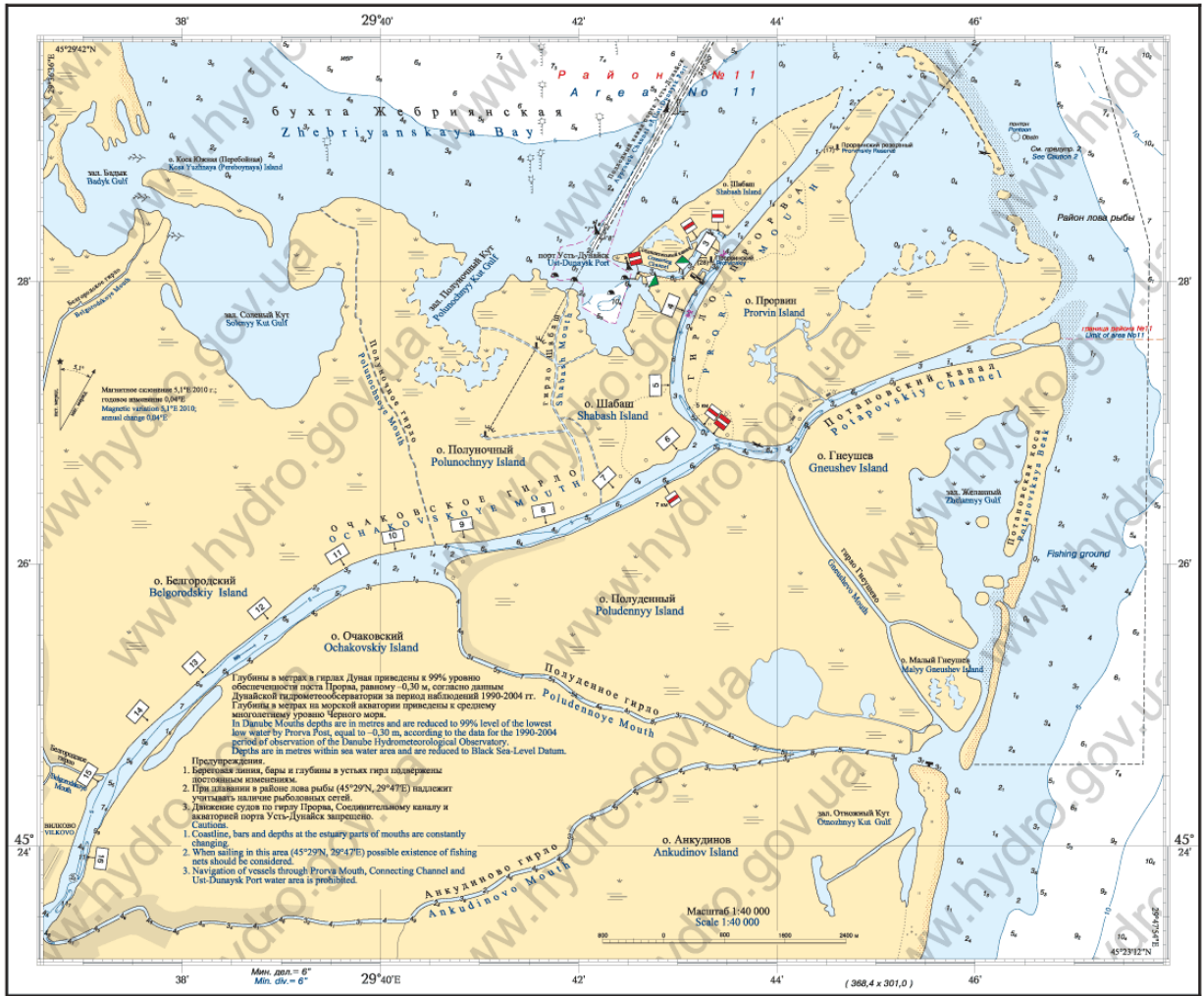
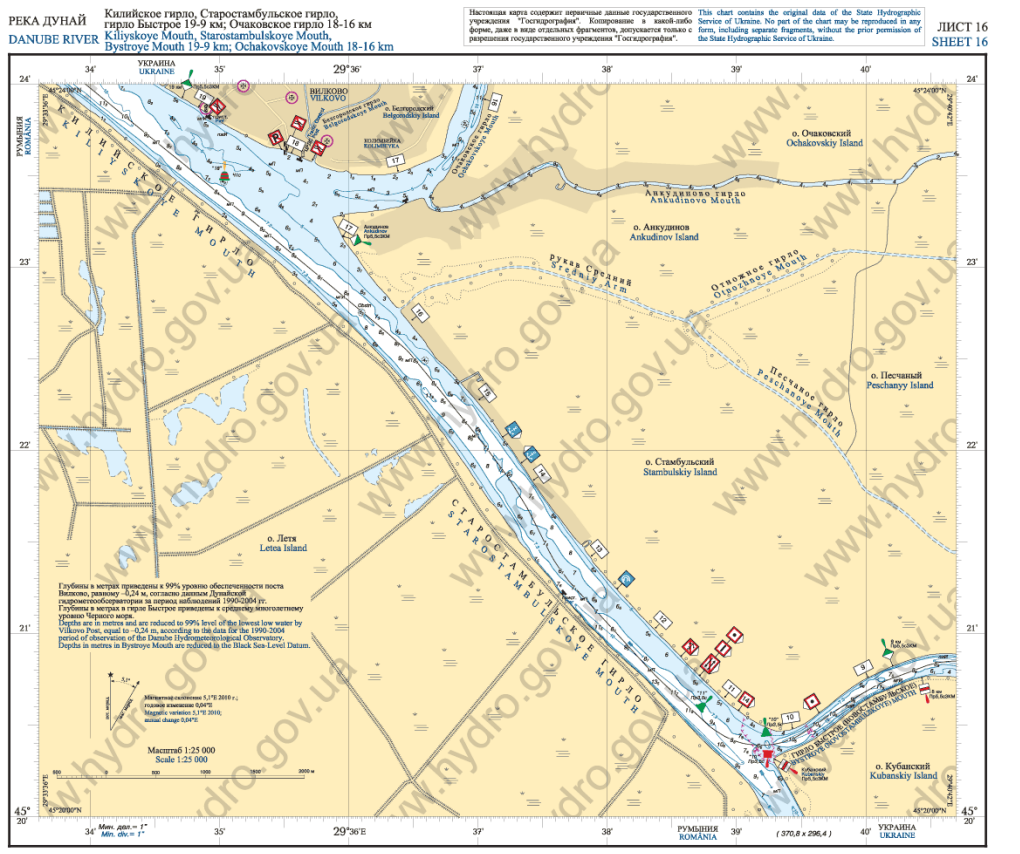
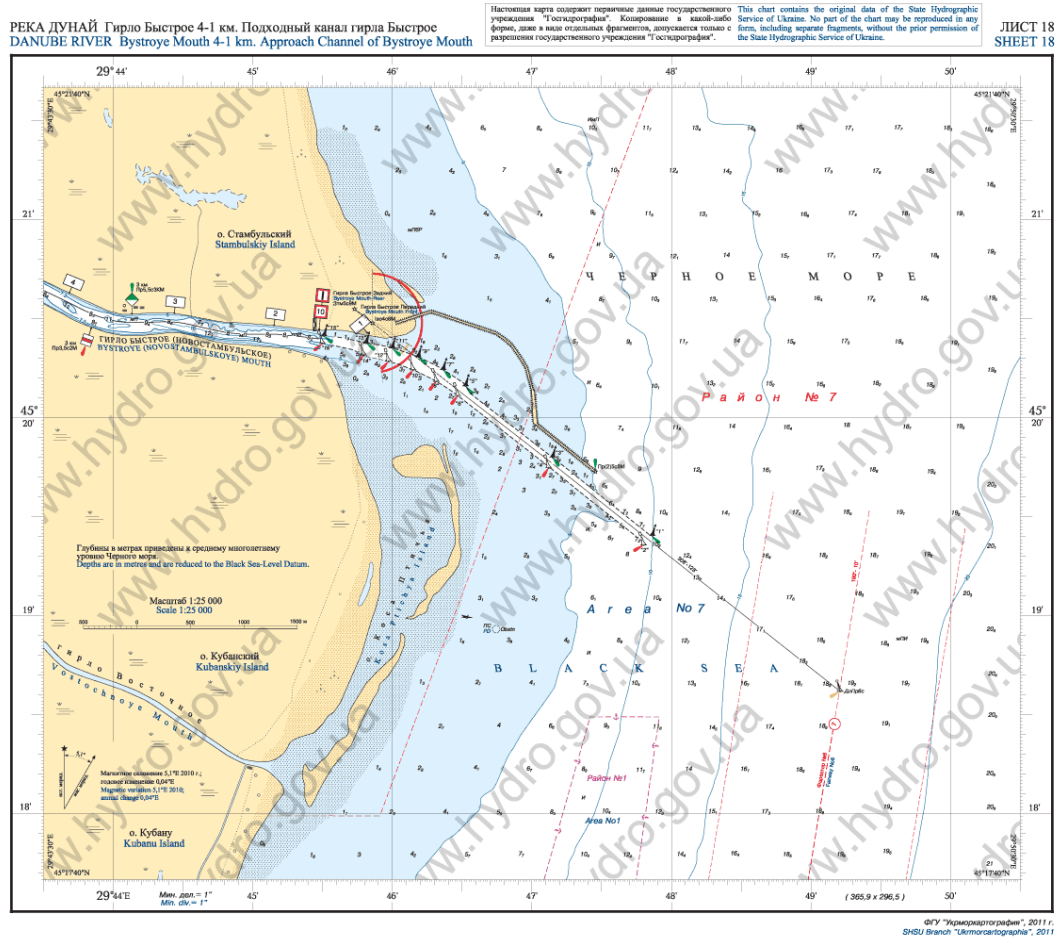


Рисунок 9.10А Навігаційні карти української частини Кілійського рукава дельти Дунаю.



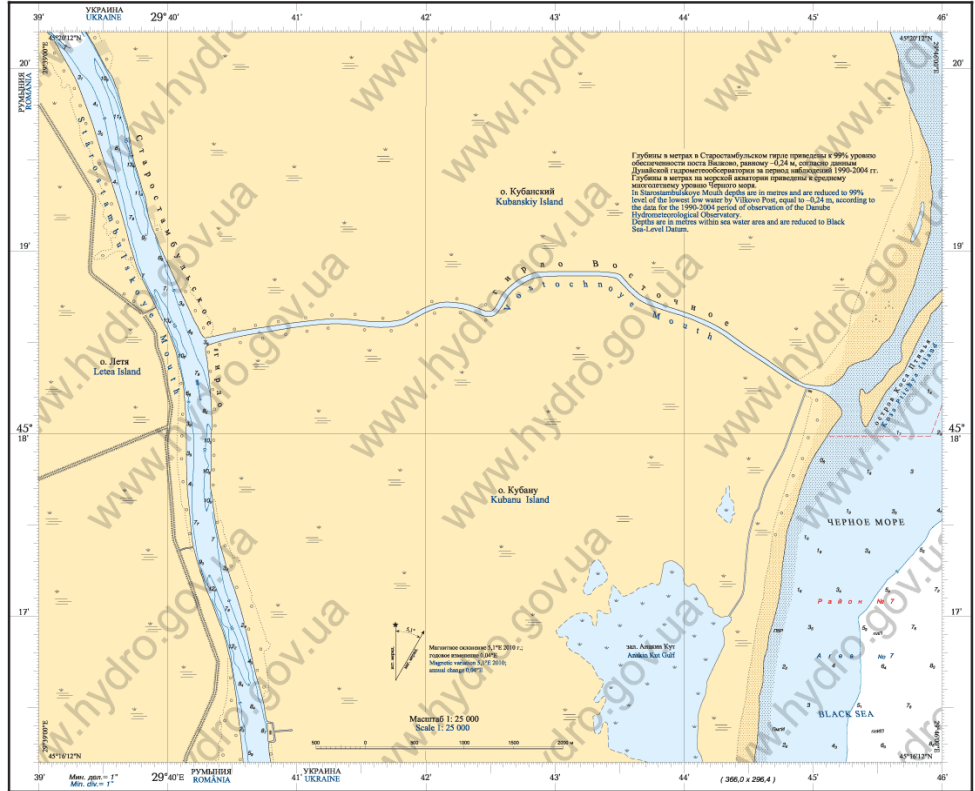


Рисунки 9.10 (Б і В) Навігаційні карти української частини Кілійського рукава дельти Дунаю.

РЕКА ДУНАЙ Старостамбульское гирло  
DANUBE RIVER Starostambulskoye Mouth

Настоящая карта содержит первоначальные данные государственного учреждения "Госгидрография". Копирование в какой-либо форме, даже в виде отдельных фрагментов, допускается только с разрешения государственного учреждения "Госгидрография". This chart contains the original data of the State Hydrographic Service of Ukraine. No part of the chart may be reproduced in any form, including separate fragments, without the prior permission of the State Hydrographic Service of Ukraine.

ЛИСТ 20  
SHEET 20



ФГУ "Гидрокартография", 2011 г.  
SHSU Branch "Ukraincartography", 2011

РЕКА ДУНАЙ Гирло Быстрое 10-1км  
DANUBE RIVER Vystroye Mouth 10-1 km

Настоящая карта содержит первоначальные данные государственного учреждения "Госгидрография". Копирование в какой-либо форме, даже в виде отдельных фрагментов, допускается только с разрешения государственного учреждения "Госгидрография". This chart contains the original data of the State Hydrographic Service of Ukraine. No part of the chart may be reproduced in any form, including separate fragments, without the prior permission of the State Hydrographic Service of Ukraine.

ЛИСТ 17  
SHEET 17



ФГУ "Гидрокартография", 2011 г.  
SHSU Branch "Ukraincartography", 2011

Рисунки 9.10 (Г і Д) Навігаційні карти української частини Кілійського рукава дельти Дунаю.

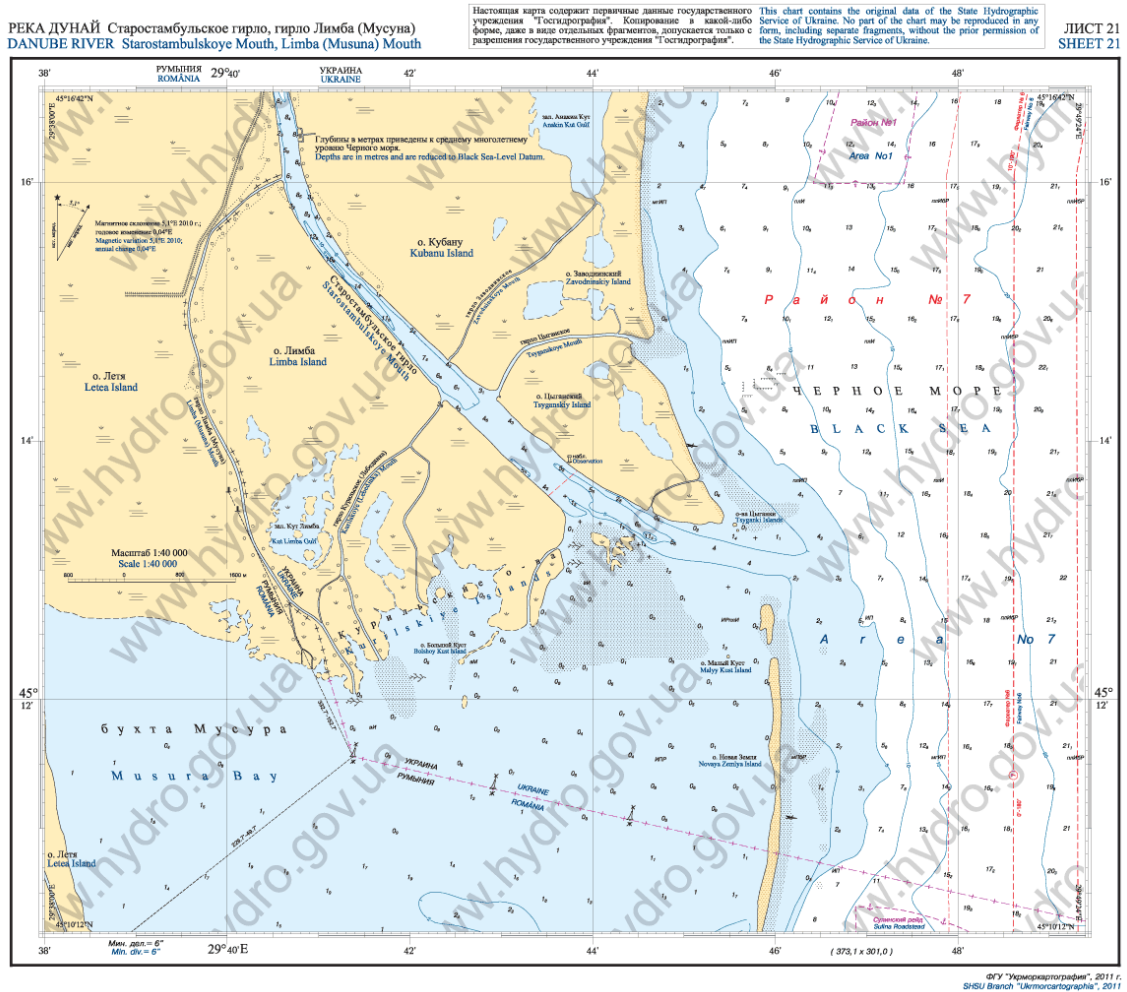


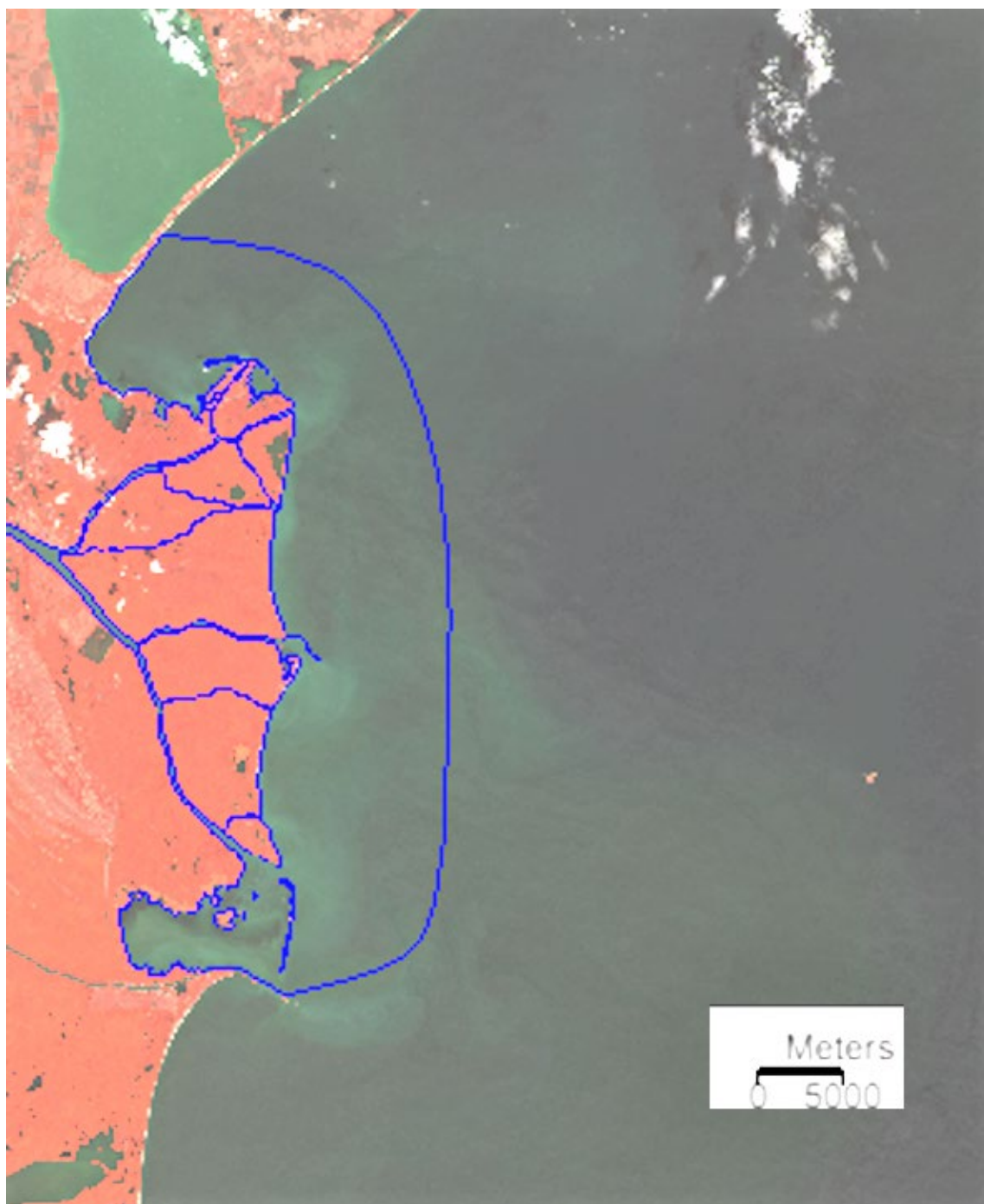
Рис. 9.10 Е Навігаційні карти української частини Кілійського рукава дельти Дунаю.

Уздовж Кілійського рукава, рукава Бистрий та на барі в гирлі рукава Бистрий батиметрія доповнювалася промірами, виконаними філіалом «Дельта-лоцман» у 2016, 2018 та 2019 роках.

Об'єднана батиметрія приводилась до Балтійської системи висот.

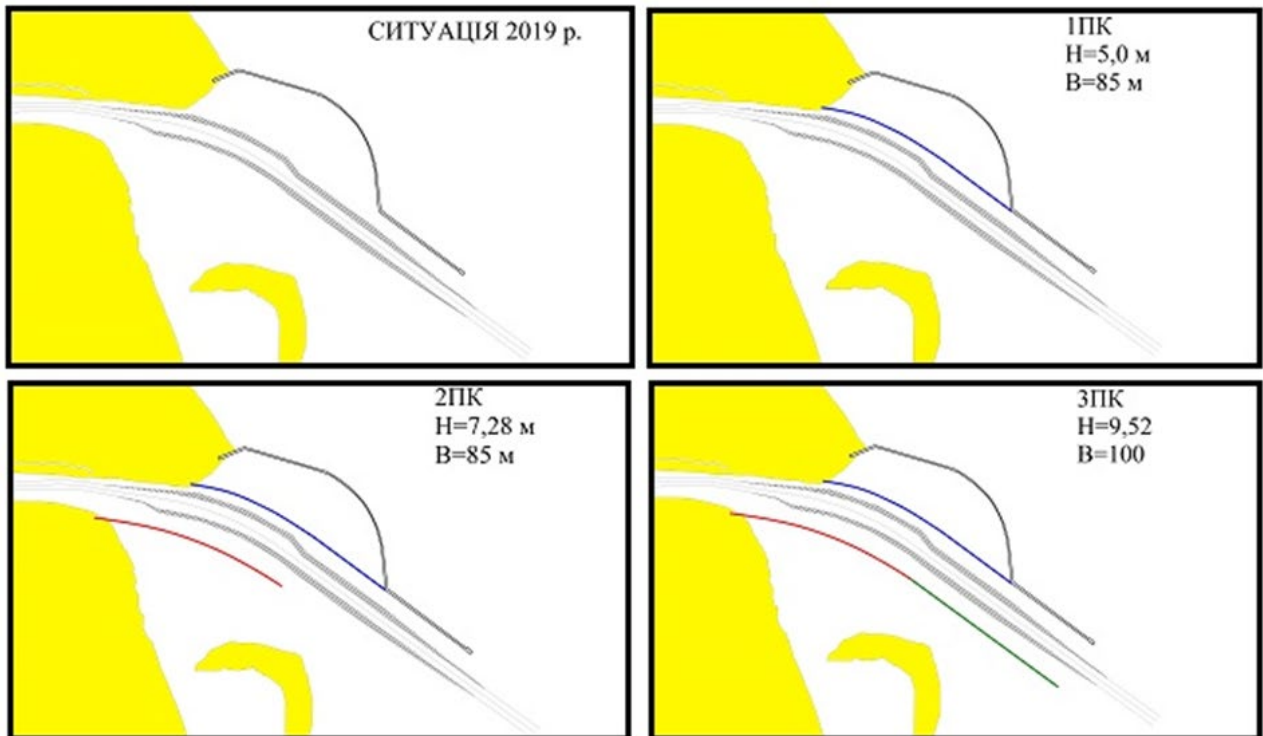
Границі області моделювання співпадають із береговою лінією річок та узбережжя моря. Берегова лінія будувалася на основі оцифрованих навігаційних карт та уточнювалася згідно із супутниковим знімком Sentinel-2 української частини Кілійського рукава дельти Дунаю від 15.08.2020 (рисунок. 9.11). Знімок є комбінацією ближнього інфрачервоного, червоного та зеленого каналів, має розділову здатність 10 м, тому на ньому добре видно границю між сушею та водою.





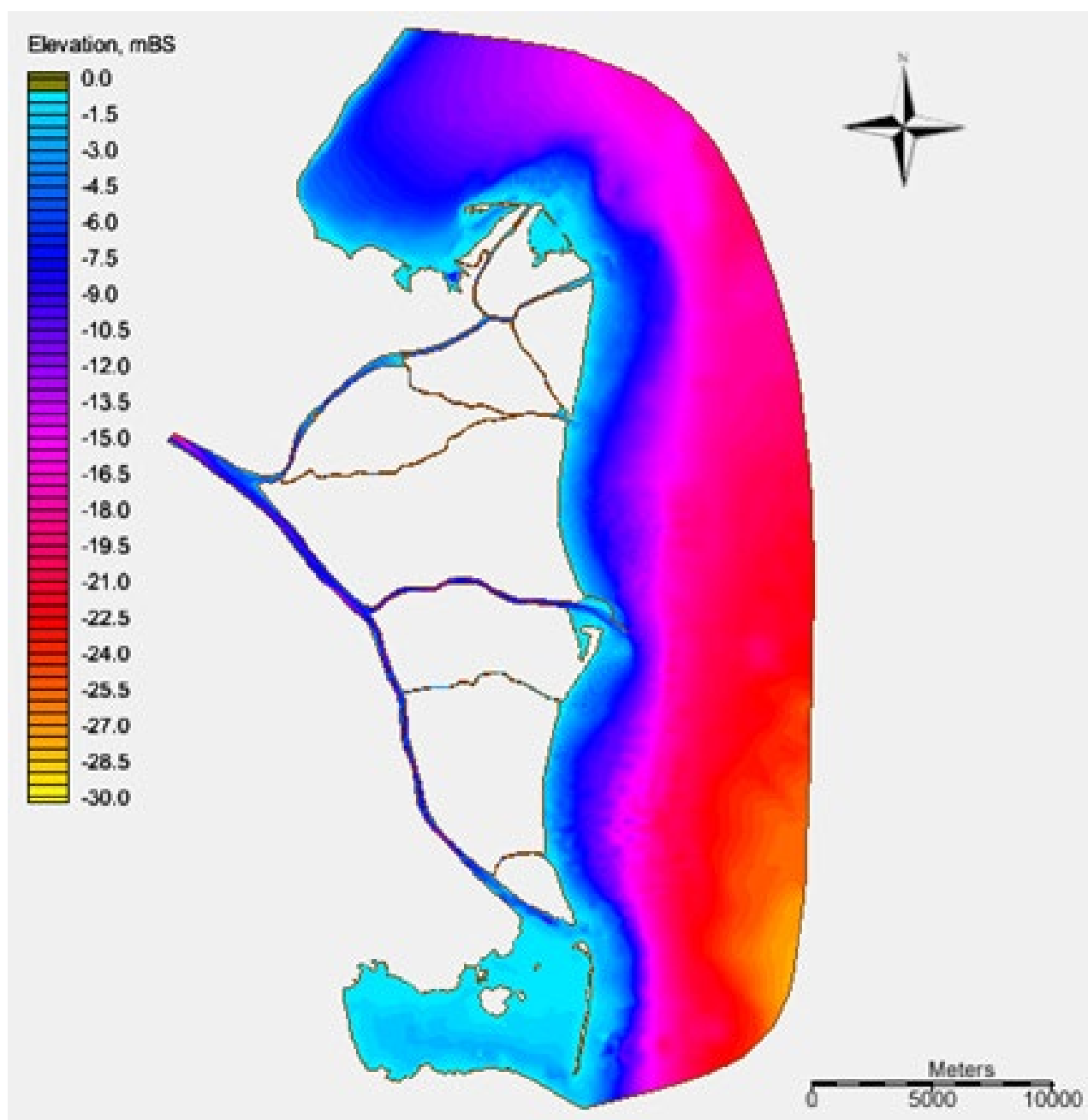
**Рисунок 9.11** Супутниковий знімок Sentinel-2 від 15.08.2020 української частини Кілійського рукава дельти Дунаю. Знімок є комбінацією ближнього інфрачервоного, червоного та зеленого каналів. Границю області двовимірного моделювання показано синьою лінією. Проекція UTM35, EPSG: 32635.

Компоновка огорожувальної дамби морського підхідного каналу (МПК) ГСХ Дунай-Чорне море, яка зараз існує на навігаційні карті Рис 9.10 (Б) Проектована компоновка дамб МПХ після реалізації запланованих 1- го пускового комплексу (1ПК), 2- го пускового комплексу (2ПК), і останнього етапу будівництва -3-го пускового комплексу (3ПК) схематично представлені на рисунку 9.12



**Рисунок 9.12** Схеми проекрованої компоновки дамб МПХ після реалізації запланованих 1ПК, 2ПК і 3 ПК в порівнянні с існуючою компоновкою дамби (див. рисунок. 9.10)

Оцифровані карти глибин морської і річкової частини ГСХ в межах акваторії моделювання представлених на Рис. 9.11 використовувались для побудови розрахункової сітки двовимірної сітки моделі COASTOX, що представлені в Розділі 6.5 звіту з ОВД. Розрахункова сітка будується на основі поля глибин, оскільки для забезпечення точності розрахунків розмір комірок розрахункової сітки має зменшуватися пропорційно збільшенню градієнтів глибин. Після побудови розрахункової сітки в її вузли інтерполюються глибини з цифрової карти глибин. Таким чином побудована карта глибин на сітці представлена на рисунку 9. 13.



**Рисунок 9.13** Глибини на розрахунковій сітці області двовимірного моделювання. Балтійська система висот. Сучасний стан МПХ. Проекція UTM35, EPSG: 32635.

Побудована розрахункова сітка моделі для сучасного стану МПХ представлена на рисунку 9.14.

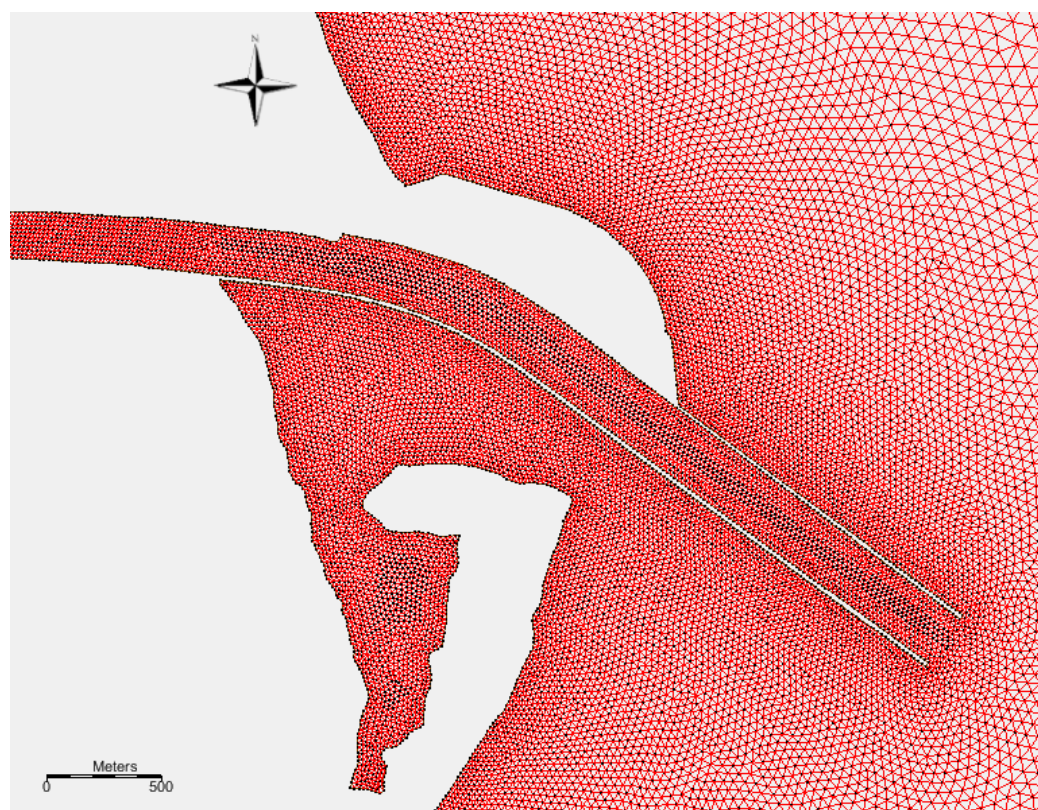
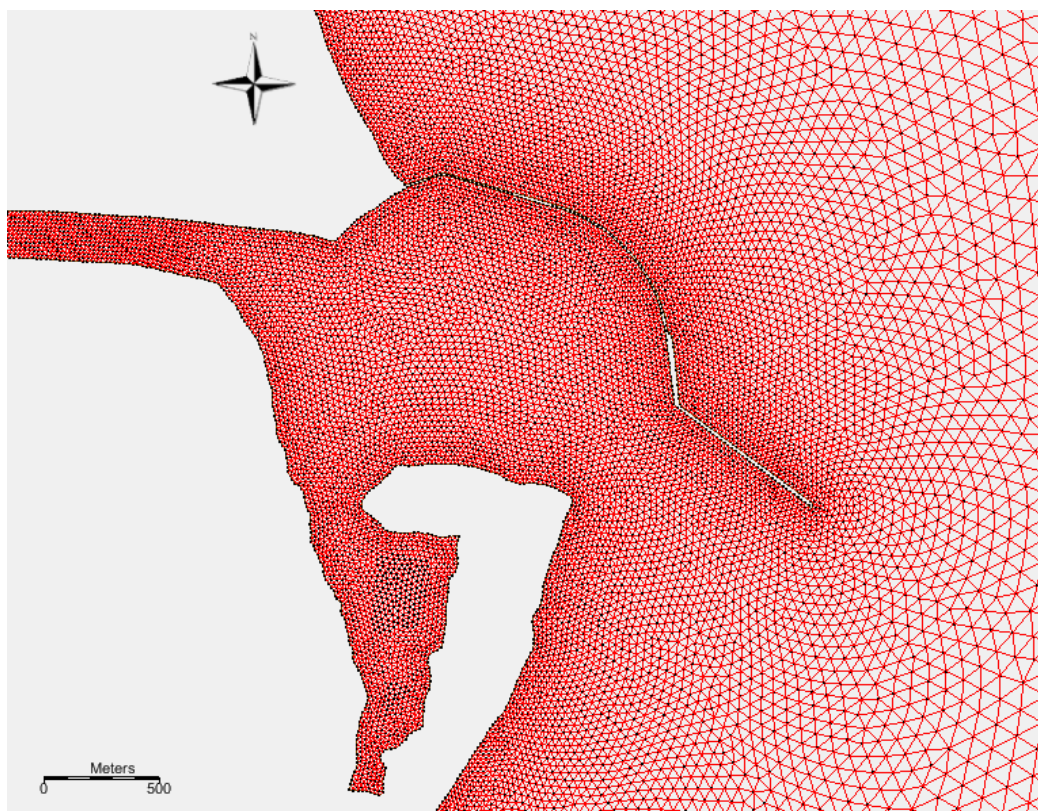


**Рисунок 9.14. Розрахункова сітка області двовимірного моделювання. Сучасний стан. Загальний вигляд. Проекція UTM35, EPSG: 32635.**

На рисунку 9.15 представлено як модифікувалась розрахункова сітка, щоб адаптуватися для поля глибин поблизу МПХ для огорожувальних дамб у гирлі рукава Бистрий для існуючого стану і огорожувальних дамб і 3-го етапу будівництва - дамб повного розвитку із підхідним каналом.

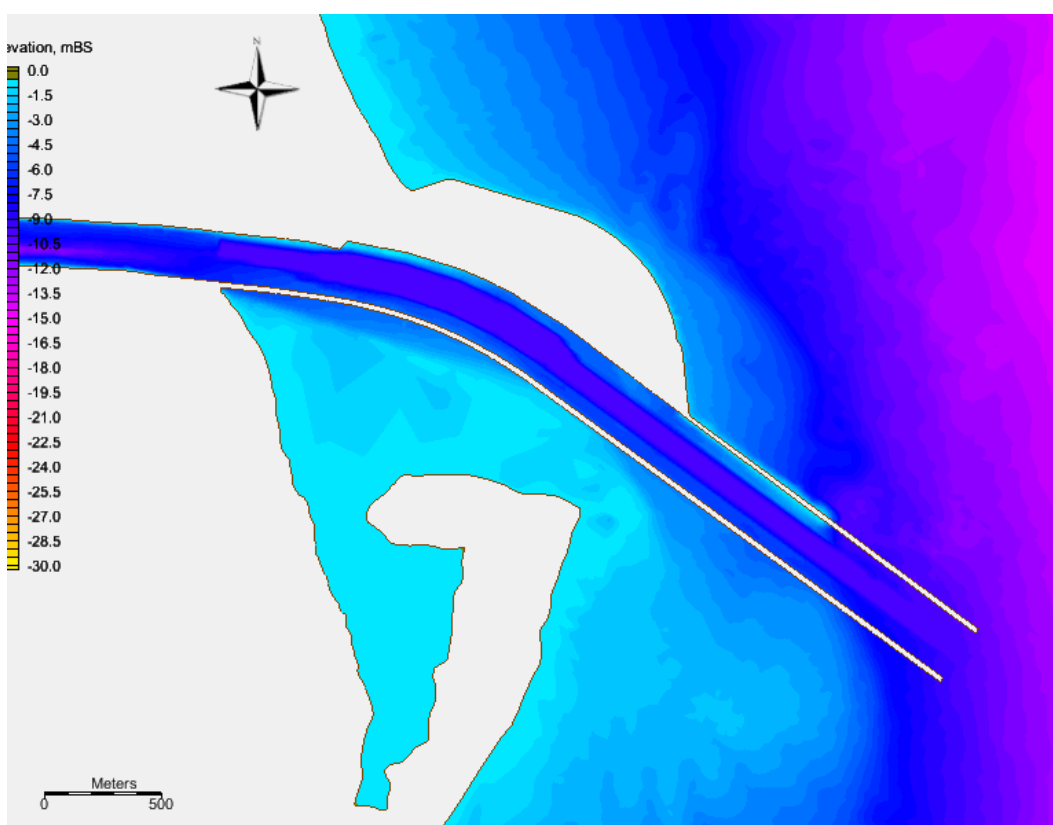
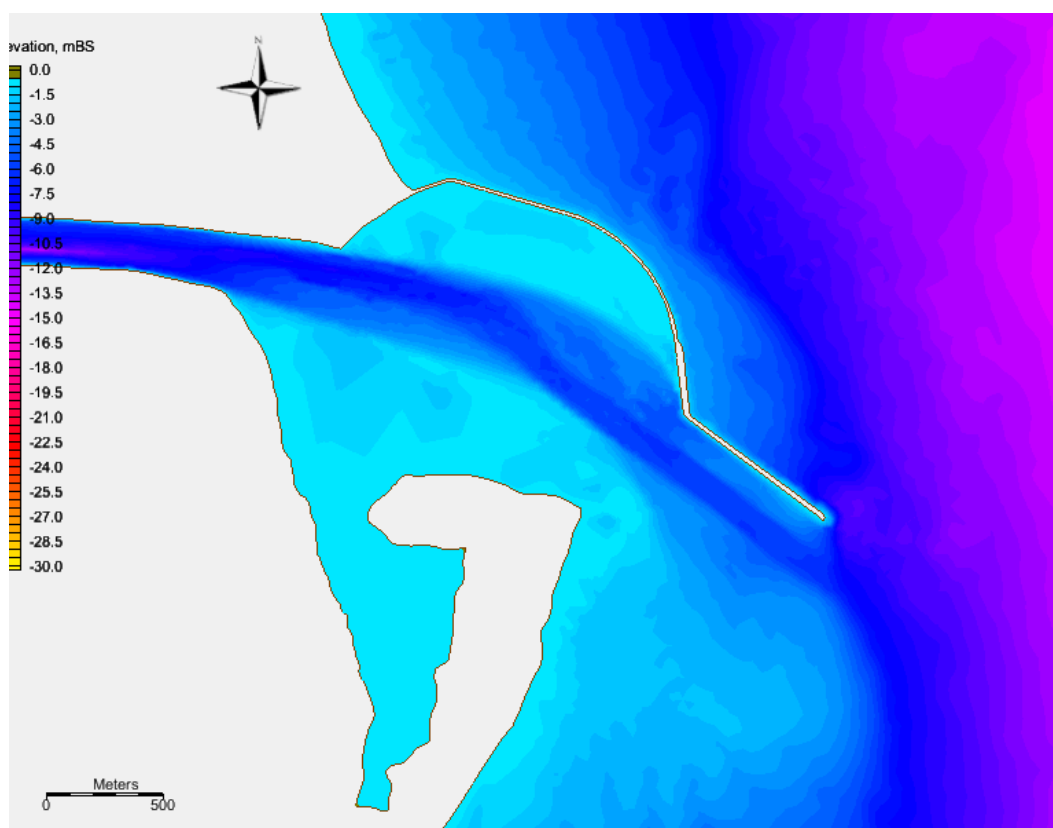
Для розрахункової сітки 3-го етапу будівництва - дамб повного розвитку із підхідним каналом в батиметрію вбудовувався підхідний канал глибиною 10 м у Балтійській системі висот. Порівняння поля глибин у компоновці ПК 3 з існуючим полем глибин представлено на рисунку 9.16.





**Рисунок 9.15. Розрахункова сітка області двовимірного моделювання. Район огорожувальних дамб у гирлі рукава Бистрий. Сучасний стан і 3-й етап будівництва - дамби повного розвитку із підхідним каналом. Проекція UTM35, EPSG: 32635.**





**Рисунок 9.16. Глибини на розрахунковій сітці області двовимірного моделювання. Район огорожувальних дамб у гирлі рукава Бистрий. Балтійська система висот. Сучасний стан і 3-й етап будівництва - дамби повного розвитку із підхідним каналом. Проекція UTM35, EPSG: 32635.**

### Результати прогностичного моделювання

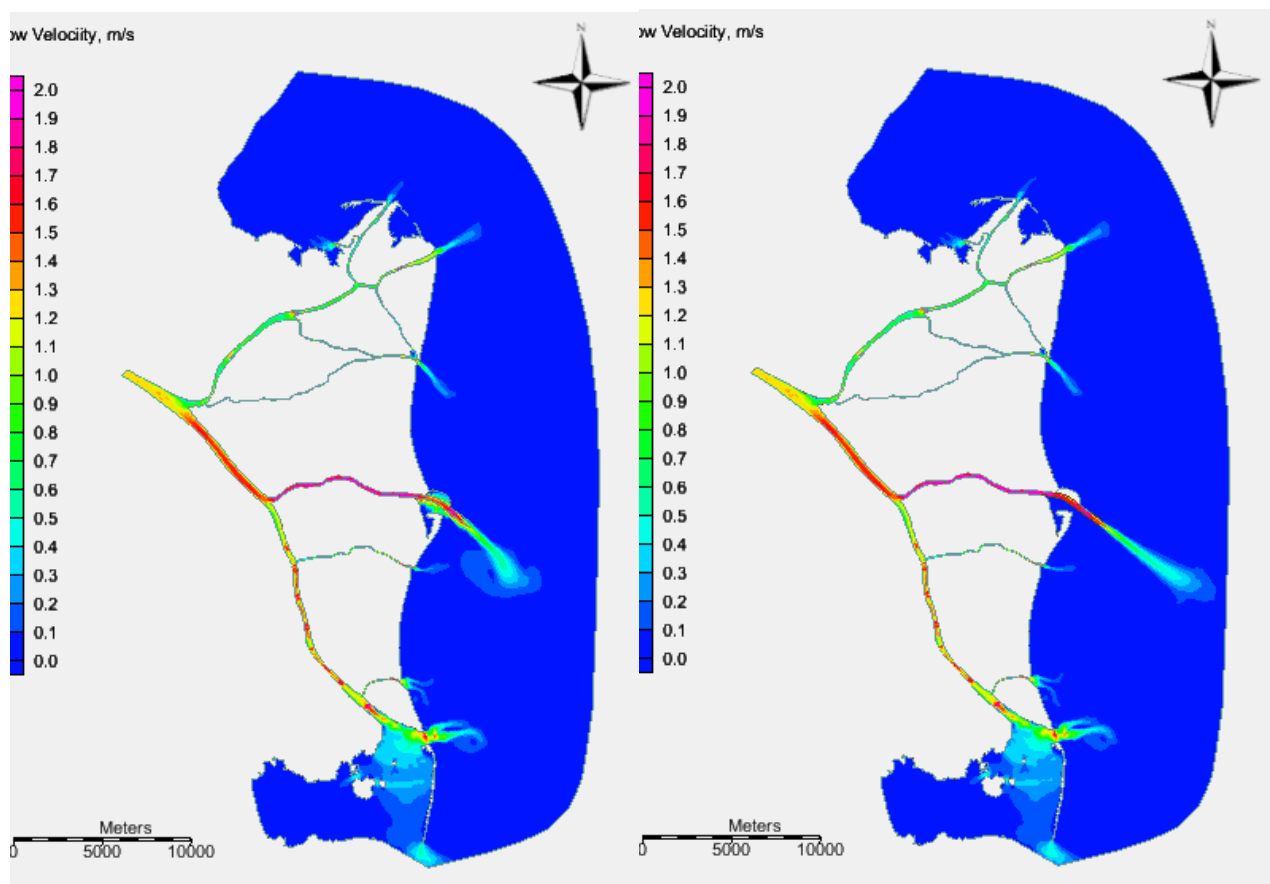
Після підготовки представленої в 9.4.1 вхідної конформації для моделювання було виконане прогнозування впливу огорожувальних дамб ЗПК на розподіл витрат води між рукавами Бистрий і Старостамбульський та рівні води у рукаві Старостамбульський для гідрологічного режиму р. Дунай із витратою води Кілійського гирла в м. Вилкове  $6000 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Коефіцієнт шорсткості Манінга встановлювався однаковим для всієї області моделювання рівним 0.0125.

На відкритій границі у Чорному морі встановлювався сталий рівень води, що дорівнює  $-0.24 \text{ м}$  у Балтійській системі висот.

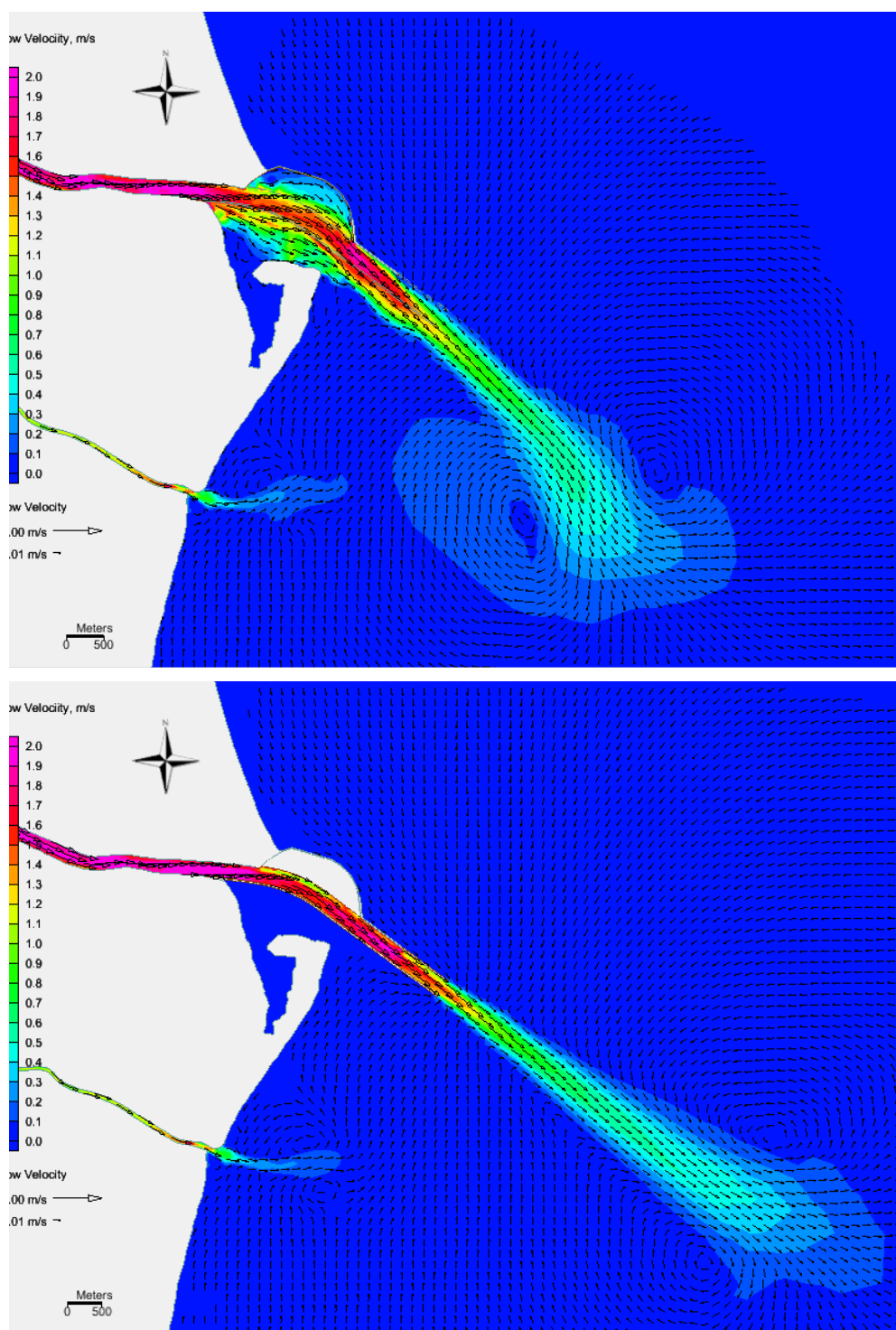
Графічно результати моделювання представлено на рис. 9.17 -9.20 .

На рис. 9.17 для району дослідження порівнюється розподіл течій для сучасного стану огорожувальних дамб і 3-го етапу будівництва - дамб повного розвитку із підхідним каналом.



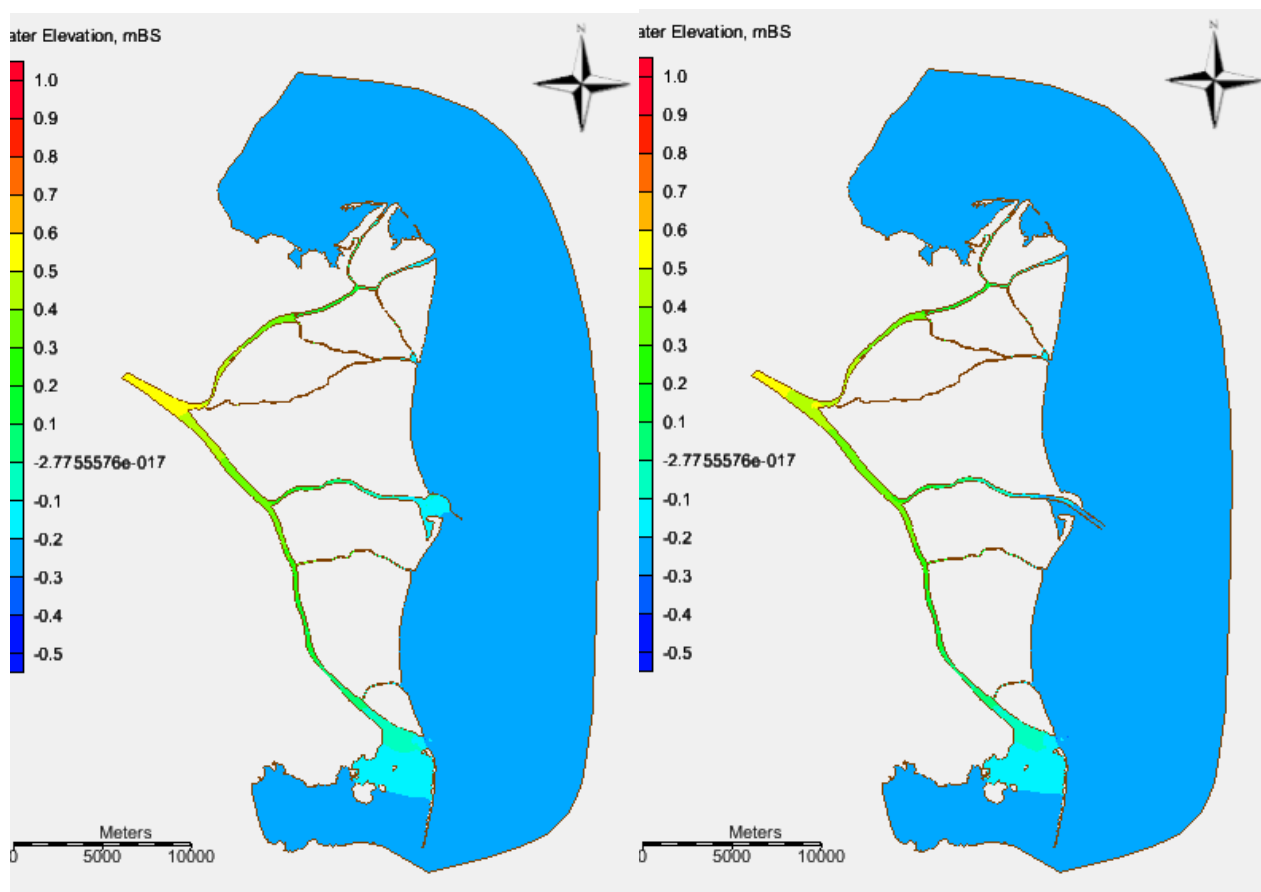
**Рис. 9.17** Розподіл течій на області двовимірного моделювання для сталої витрати  $6000 \text{ м}^3/\text{с}$  в Кілійському рукаві в районі м. Вилкове. Сучасний стан (ліворуч) – з однією огорожувальною дамбою та ПК 3 реконструкції ГСХ (праворуч) Проекція UTM35, EPSG: 32635.

На рис. 9.18 представлено порівняння розподілу течій для району морського підхідного каналу у гирлі рукава Бистрий для сучасного стану і ПК 3.



**Рисунок 9.18 . Розподіл течій на області двовимірного моделювання для сталої витрати 6000 м<sup>3</sup>/с в Кілійському рукаві в районі м. Вилкове. Район огорожувальних дамб у гирлі рукава Бистрий. Сучасний стан і 3-й етап будівництва - дамби повного розвитку із підхідним каналом. Проекція UTM35, EPSG: 32635.**

На рисунку 9.19 для загального району дослідження порівнюються рівні води для сучасного стану огорожувальних дамб і 3-го етапу будівництва - дамб повного розвитку із підхідним каналом.



**Рисунок 9.19. Рівні води на області двовимірному моделювання для сталої витрати 6000 м<sup>3</sup>/с в Кілійському рукаві в районі м. Вилкове. Балтійська система висот. Загальний вигляд. Сучасний стан і ПК 3 реконструкції ГСХ. Проекція UTM35, EPSG: 32635.**

На рисунку 9.20 представлено порівняння рівнів води в рукаві Бистрий і в районі огорожувальних дамб у гирлі рукава Бистрий для сучасного стану огорожувальних дамб і 3-го етапу будівництва - дамб повного розвитку із підхідним каналом.



**Рисунок 9.20 . Рівні води на області двовимірного моделювання для сталої витрати 6000 м<sup>3</sup>/с в Кілійському рукаві в районі м. Вилкове. Балтійська система висот. Район рукава Бистрого і огорожувальних дамб у гирлі рукава. Сучасний стан і 3-й етап будівництва - дамби повного розвитку із підхідним каналом. Проекція UTM35, EPSG: 32635.**

У таблиці 9.8 наведені витрати води в рукавах Бистрий і Старостамбульський після завершення ПК 3 (будівництва стискувальних дамб та поглиблення МПК) порівняно із сучасним станом (наявність, північної огорожувальної дамби для гідрологічного режиму із витратою води Кілійського гирла в районі м. Вилкове 6000 м<sup>3</sup>/с.

**Таблиця 9.8. Витрати води в рукавах Бистрий і Старостамбульський для сучасного стану огорожувальної дамби і завершення реконструкції ГСХ (поглиблення МПК до глибини 10 м та стискувальних дамб) для гідрологічного режиму із витратою води Кілійського гирла в районі м. Вилкове 6000 м<sup>3</sup>/с.**

	Старостамбульський (10км)			Бистрий		
	сучасний стан	ПК 3	різниця	сучасний стан	ПК 3	різниця
<b>Витрати м<sup>3</sup>/с</b>	2274	2219	-55	2814	2888	74

Для обраного гідрологічного режиму відносна зміна витрат в рукавах Старостамбульський і Бистрий після завершення реконструкції ГСХ буде складати -2,4 та 2,6 % відповідно.

Такі зміни стоку знаходяться в діапазонах менших, ніж точність вимірів витрат води в річкових системах, і такий незначний перерозподіл току не може вплинути на стан гідроекологічної системи дельти Дунаю. На наступних етапах роботи ці результати будуть доповнені розрахунками для проміжних 1 го і 2-го пускових комплексів, а також для інших гідрологічних режимів, але вже отримані результати дозволяють зробити висновок, що здійснення реконструкції ГСХ не призведе до значущого перерозподілу стоку в рукавах дельти.

#### **9.5 Результати моделювання поширення плями підвищеної мутності від дампіngu на морський відвал ґрунту під дією вздовжберегових південних течій**

*Результати модельних досліджень поширення в бік Румунії плями підвищеної мутності води, утвореної при безперервному складуванні ґрунту*

Вважається, що процес дампіngu на морський гiдровiдвал (МГ) вiдбувається протягом певного перiоду часу, а саме – 30 днiв. В таблицi 9.9 наведенi данi, використанi експертом Комiсiї iз запиту, про об'єми ґрунтiв днопоглиблення, що складається, якi дозволяють пiдрахувати середню iнтенсивнiсть дампіngu протягом перiоду реконструкцiї морського пiдхiдного каналу (МПК), яка складає близько 500 кг/с.

Моделювання проводилося при наступних параметрах: безперервний викид намулiв, що мають розмiр 0,005мм, iз швидкiстю 50кг/с. Розмiр кожної лагранжевої частки, що бере участь у моделюванні, – 15кг, загальна кiлькiсть часток – 600 тис. Часовий крок моделi –

1секунда. Час моделювання – 30 годин. Коефіцієнт горизонтальної дифузії –  $3\text{м}^2/\text{с}$ . Стаціонарні тривимірні поля течій та вертикальної дифузії бралися з попередніх розрахунків гідродинамічної моделі.

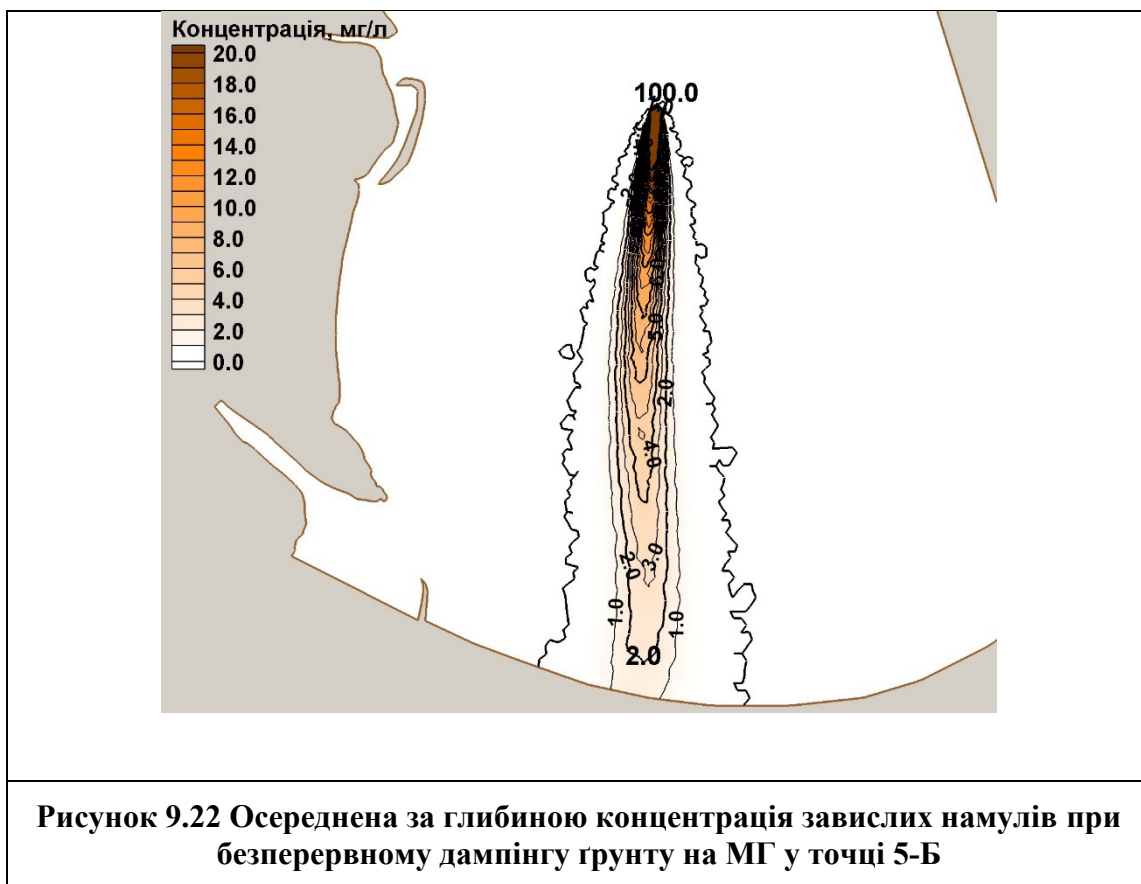
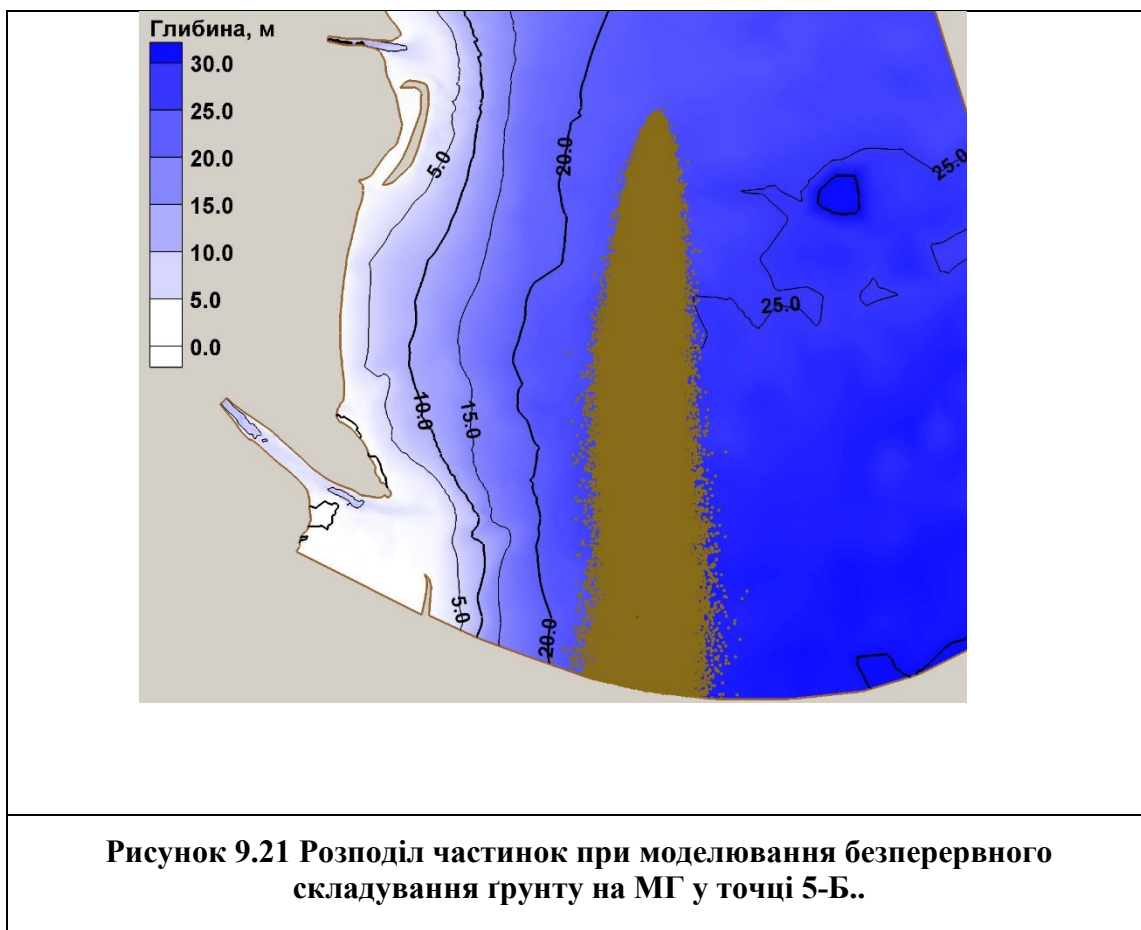
**Таблиця 9.9 – Об’єми ґрунтів, що складаються на МГ при дампінгу [8]**

Період за проектом створення ГСХ	Об’єм ( $10^6 \text{ м}^3$ )	Маса намулів ( $10^6 \text{ т}$ )	Тривалість дампінгу, дні	Середня інтенсивність (кг/с)	Складування дрібної фракції <0,005 мм (10%) (кг/с)
Етап 1	1.9	1.6	30	611	61
Етап 2	1.7	1.4	30	547	55
Щорічний обсяг	1.0	0.83	30	322	32

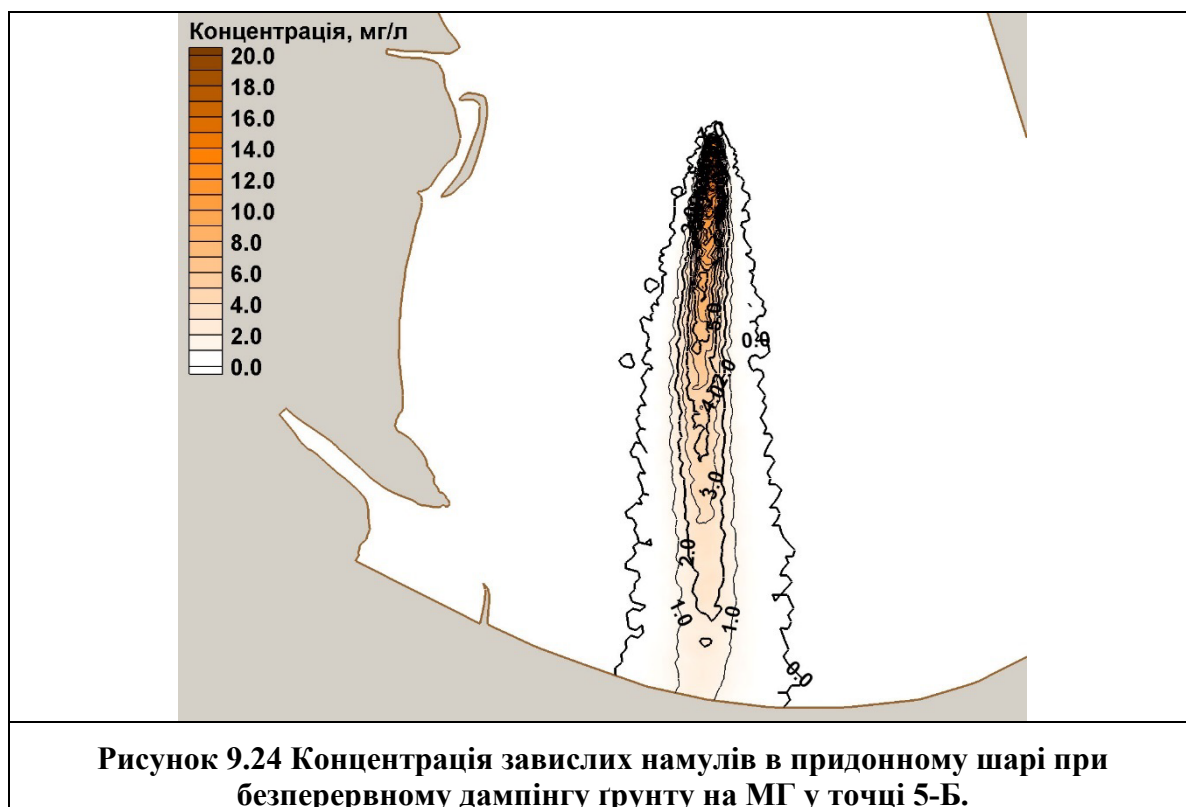
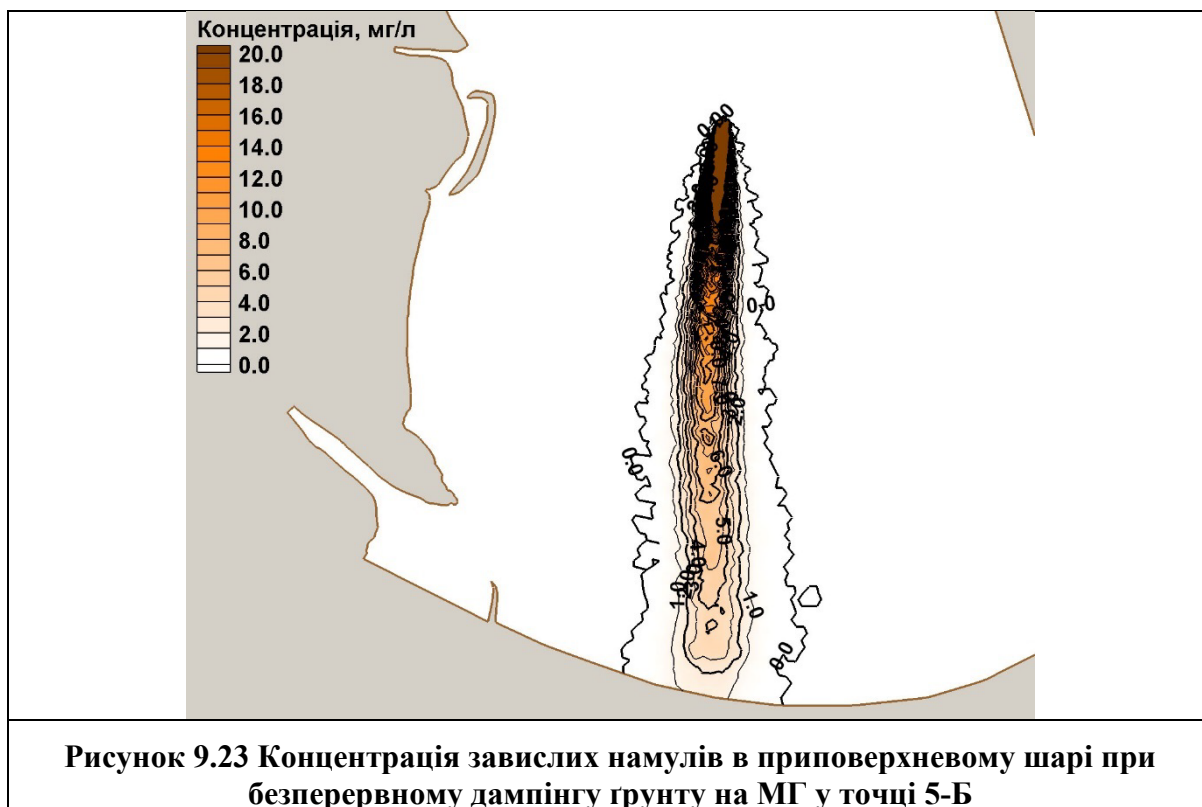
На рис 9.21 показано розподіл лагранжевих частинок, а на рис. 9.22-9.24 – одержані поля концентрації намулів при дампінгу на існуючий МГ(точка 5-Б).

Поверхнева концентрація намулів розраховувалась як середня концентрація у приповерхневому шарі товщиною 4м, придонна концентрація – як середня концентрація частинок намулів, що знаходяться на глибині  $>18\text{м}$ .

З рис. 9.22-9.24 випливає, що найбільша середня концентрація намулів на румунському кордоні становить 2 мг/л при заданому сценарії розрахунків. В той же час видно, що поверхнева концентрація є дещо більшою, ніж середня та придонна, і може досягати значення 3 мг/л. Це пояснюється тим, що швидкість осідання частинок намулів дуже мала і приповерхнева турбулентність здатна їх утримувати тривалий час. У розрахунках експертів Комісії було отримане розрахункове значення 5 мг/л на відстані 16 км від точки викиду. Різниця в результатах пояснюється врахуванням вертикального перемішування, тривимірної структури течій, що прискорює осідання частинок на дно, а також змінного рельєфу дна.







Таким чином, результати розрахунків за моделлю SELFE v1.5k2 з використанням сценарію та параметрів, що були наведені експертом Комісії із запиту [8], дали максимальні значення концентрації намулі у 2.5 рази менше, ніж отримані експертом (5 мг/л). Різниця у результатах пояснюється врахуванням вертикального перемішування, тривимірною

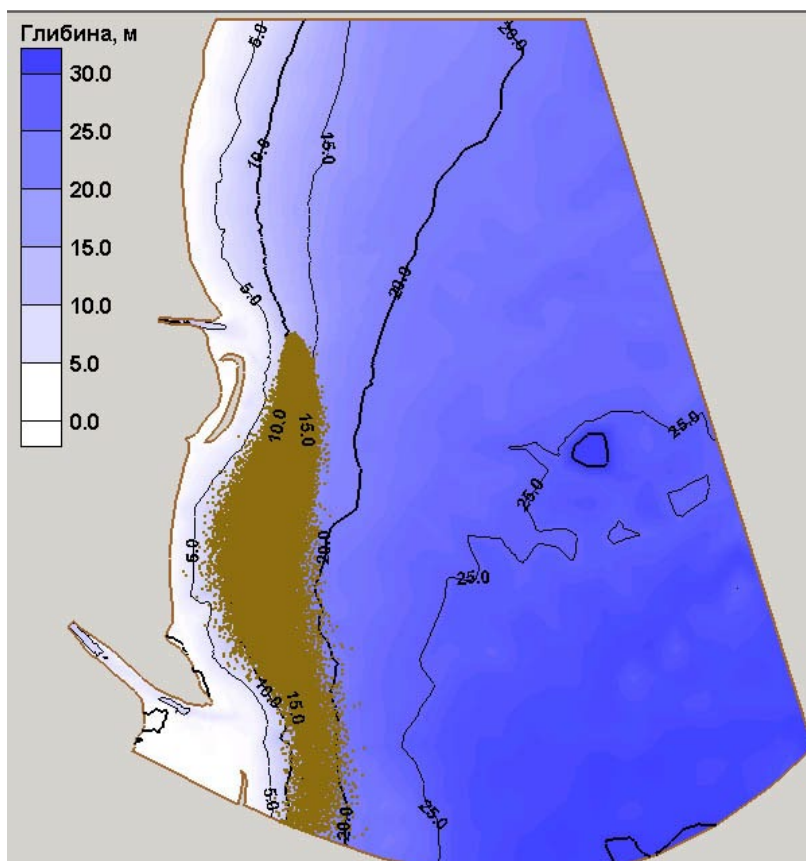
структурою течій, що прискорює осідання частинок на дно, а також змінним рельєфом дна.

Але, оскільки у цілому результати розрахунків знаходяться на нижній межі діапазону 2-20 мг/л, який розглядався експертом Комісії із запиту як небезпечний для довкілля, доцільним є розгляд існуючих можливостей для суттєвого зменшення концентрації завислих намулів на румунському кордоні.

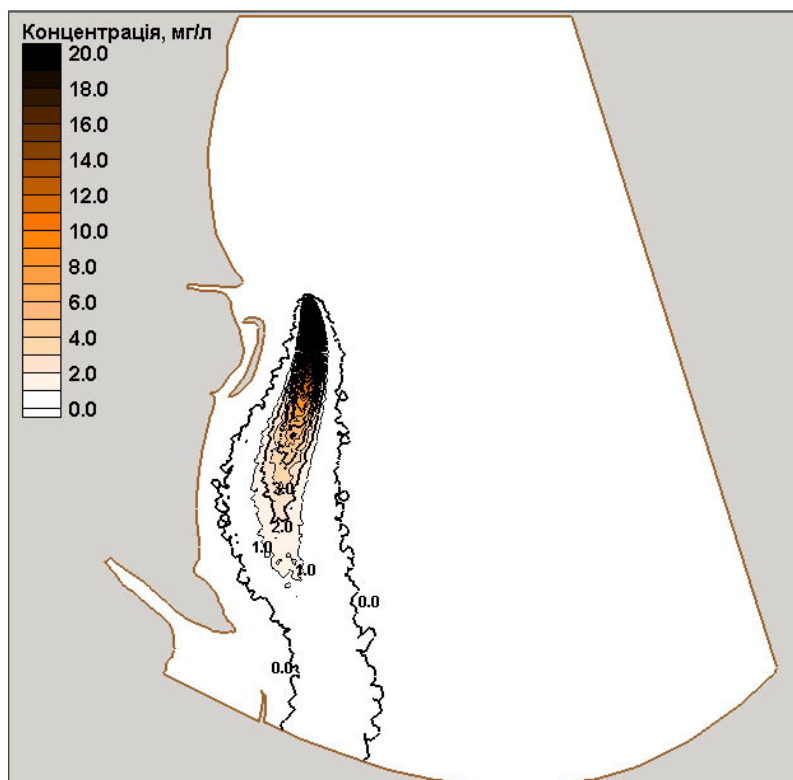
Якщо не враховувати процеси осадження намулів, концентрація завислих намулів при неперервному дампінгу прямо пропорційна інтенсивності викиду, обернено пропорційна глибині, та обернено пропорційна кореню відстані від точки викиду. Для того, щоб зменшити концентрацію завислих намулів, можливо або збільшити відстань від точки дампінгу ґрунту до румунського кордону, або збільшити глибину місця дампінгу, та місця проходження плями мутності. З іншого боку, зменшення глибини та швидкості середніх течій може привести до більш інтенсивного осідання завислих намулів, що також дозволить зменшити їх концентрацію. Тому, можливостями зменшити транскордонний вплив є, по-перше, перенесення звалища в іншу точку з точки 5-Б та, по-друге – зменшення інтенсивності дампінгу. Точка 1-Б знаходиться напроти гирла рукава Бистрого ближче до берега, ніж прийнята за проектом точка 5-Б, та має глибину 11 метрів (див. рис. 9.22–9.24). На рис. 9.25–9.26 показані результати моделювання при неперервному відвалі ґрунту у точці 1-Б. Представлено розподіл частинок та середню концентрацію завислих намулів.

Моделювання неперервного дампінгу у точці 1-Б дало розрахункову середню концентрацію на румунському кордоні 0.32 мг/л, що в 6 разів менше, ніж при проектному положенні звалища. Цей результат пояснюється тим, що в цій точці значно менші середні течії та менша глибина, тому час транспортування більше, а намули встигають осісти на дно та розповсюдитися в поперечному напрямку за рахунок дифузії, що зменшує максимальну концентрацію намулів вздовж течії та суттєво зменшує концентрацію намулів на румунському кордоні порівняно з транспортом намулів з точки 5-Б.

Точка 2-Б знаходиться на 8 км північніше точки 5-Б і має глибину близько 20 метрів. На рис. 9.27-9.28 показаний розподіл лагранжевих частинок та побудовані за ним поля концентрації намулів. При відвалі ґрунту з точки 2-Б розрахункова концентрація на румунському кордоні становить 1.3 мг/л, що в 1.5 рази менше, ніж при існуючому розташуванні морського відвалу ґрунту. Цей результат пояснюється тим, що, по-перше, ця точка знаходиться далі від румунської границі, а по-друге, в цій точці значно менші середні течії, тому ґрунт значно швидше осідає на дно та розповсюджується в поперечному напрямку, що зменшує максимальну концентрацію вздовж течії.



**Рисунок 9.25 Розподіл частинок при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 1-Б**



**Рисунок 9.26 Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 1-Б**

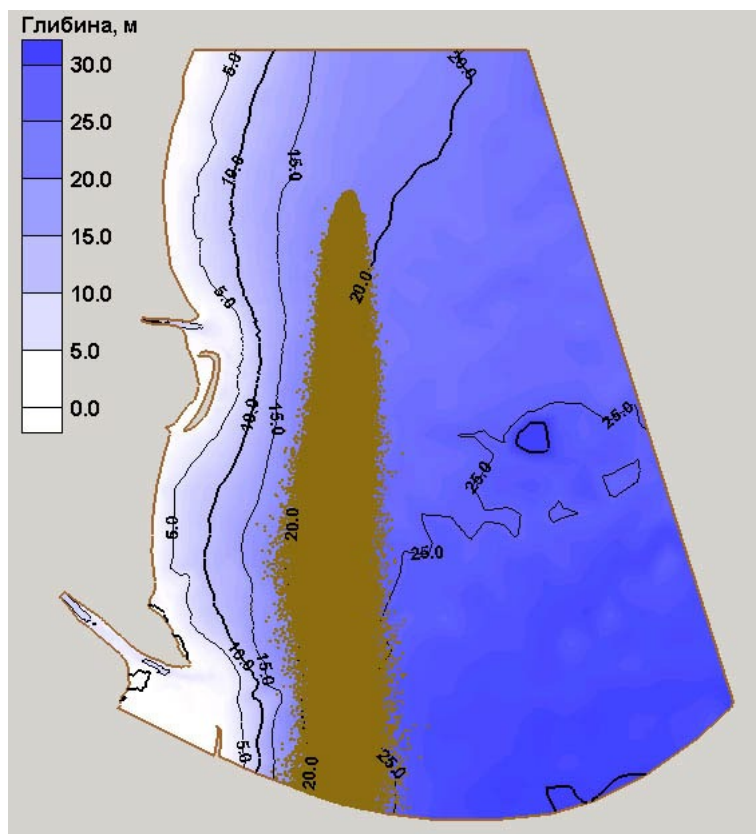


Рисунок 9.27 Розподіл частинок при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 2-Б

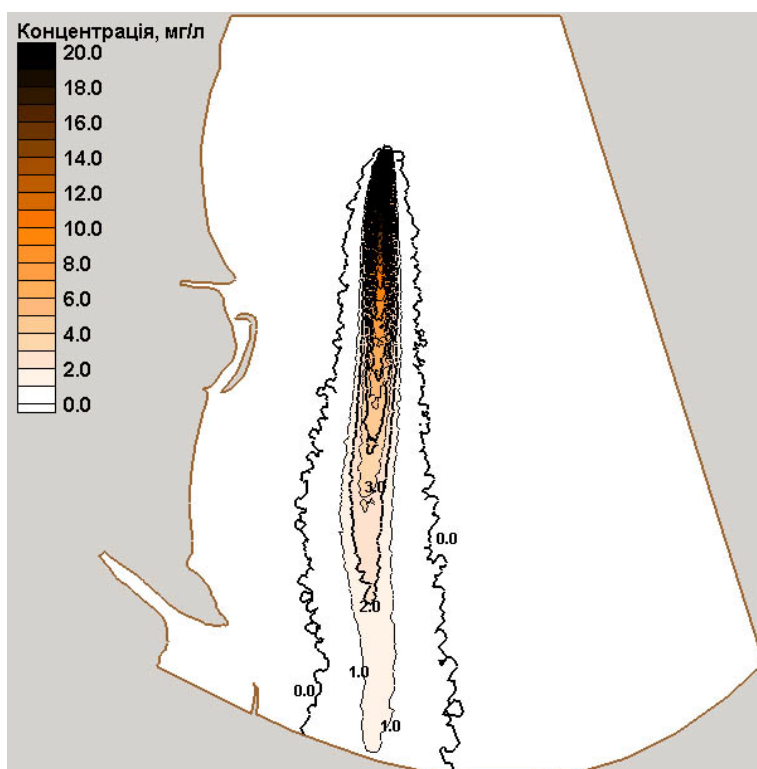
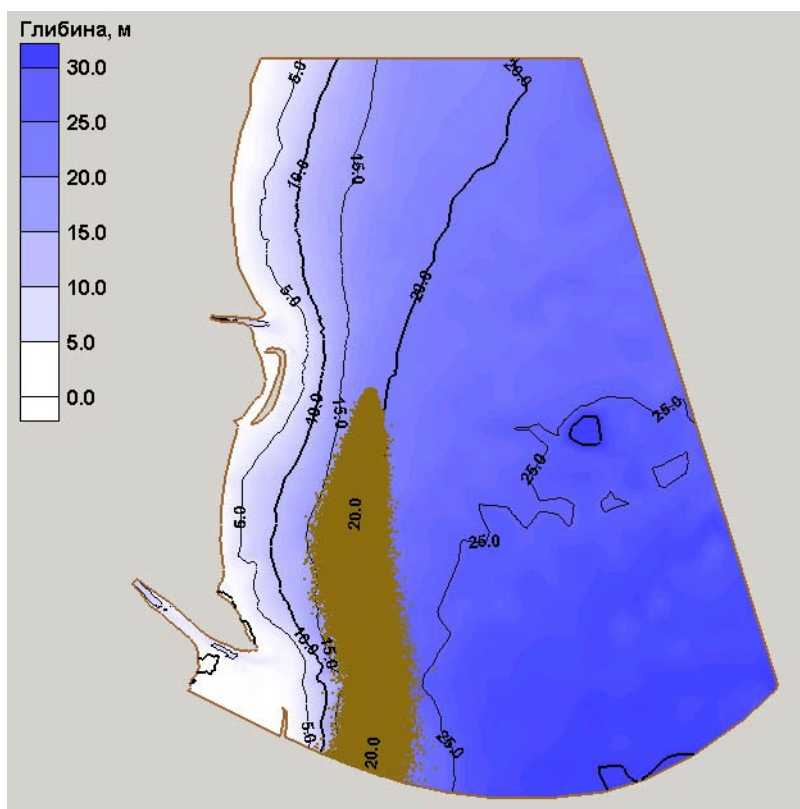


Рисунок 9.28 Поле середньої концентрації завислих намулів при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 2-Б

Точка 1-Д має глибину 17 метрів та знаходиться на відстані близько 5 км від берега трохи південніше від гирла рукава Бистрий. На рис. 9.29-9.30 показані результати моделювання: розподілу частинок при дампінгу у точці 1-Д і поля середніх концентрацій при неперервному викиді з точки 1-Д. Моделювання неперервного дампінгу у точці 1-Д дало розрахункову середню концентрацію на румунському кордоні 2.2 мг/л, що приблизно дорівнює концентрації при існуючому положенні звалища в точці 5-Б. Цей результат пояснюється тим, що ця точка має приблизно таку ж глибину, як існуючий відвал ґрунту, і приблизно таку ж відстань до кордону.

Точка 4-Б має глибину 20 метрів та знаходиться на відстані близько 8 км від берега північніше від гирла рукава Бистрий. На рис. 9.31-9.3 2 показані результати моделювання: розподіл частинок при дампінгу у точці 4-Б і середні концентрації при неперервному дампінгу у точці 4-Б .

Моделювання неперервного дампінгу у точці 4-Б дало розрахункову середню концентрацію на румунському кордоні 2.1 мг/л, що приблизно дорівнює концентрації при існуючому положенні звалища. Це результат пояснюється тим, що ця точка має приблизно таку ж глибину, як існуючий відвал ґрунту, і приблизно таку ж відстань до кордону.



**Рисунок 9.29** Розподіл частинок при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 1-Д

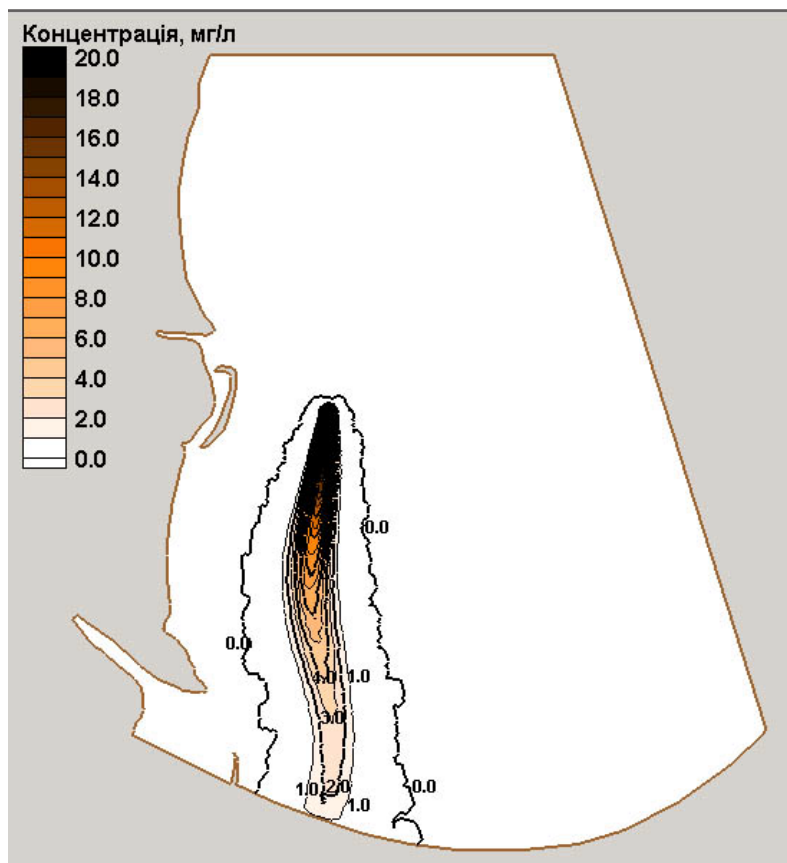


Рисунок 9.30. Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 1-Д

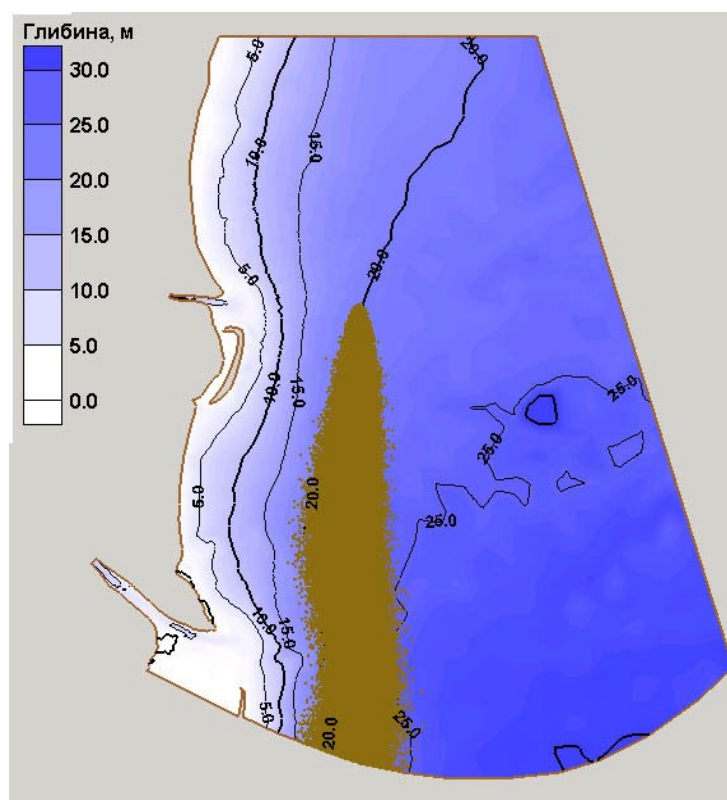
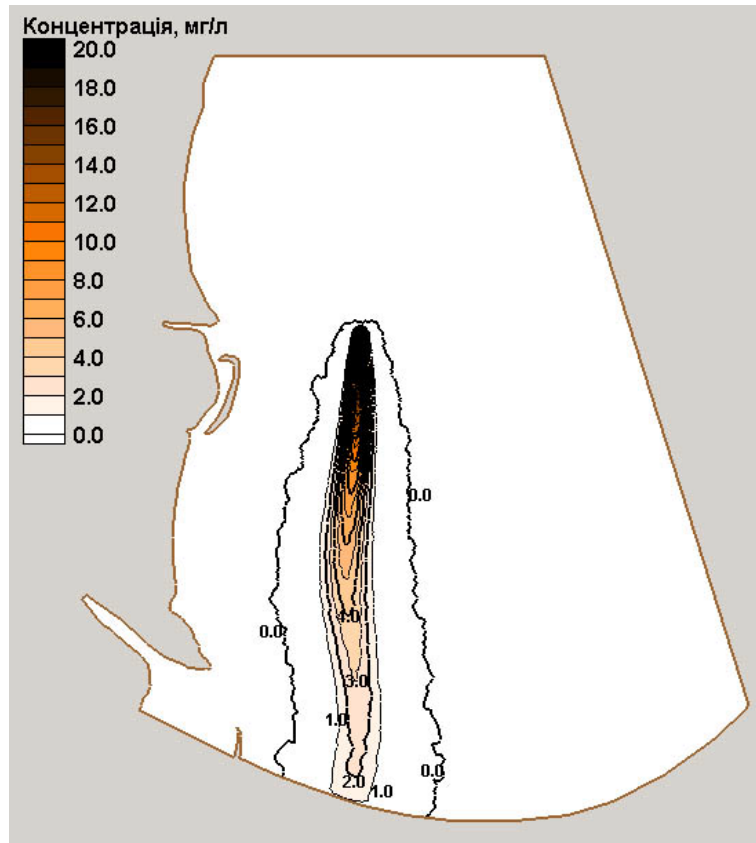


Рисунок 9.31 Розподіл частинок при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 4-Б





**Рисунок 9.32 Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів при моделюванні неперервного дампінгу ґрунту у точці 4-Б**

Розрахунки, результати яких представлено вище, виконувалися для неперервного дампінгу з такою ж інтенсивністю, що й у розрахунках для дампінгу у проектній точці морського відвалу 5-Б.

Для оцінки залежності концентрації завислих намулів на кордоні від інтенсивності дампінгу було проведено розрахунки для кожної з розглянутих точок відвалу з інтенсивністю дампінгу у п'ять разів меншою. На рис. 9.33 зображена концентрація намулів на румунському кордоні при різних місцях звалювання та при різній його інтенсивності. Як видно з рисунку, залежність цієї концентрації від інтенсивності дампінгу є лінійною, тому результати розрахунків можна апроксимувати прямими. Таким чином, щоб концентрація намулів на кордоні була на порядок нижче природних значень (2-7 мг/л) інтенсивність дампінгу в точках 1-Д, 4-Б, 5-Б, повинна не перевищувати 0.25 млн. т/міс., в точці 2-Б – не перевищувати 0.6 млн. т/міс., а в точці 1-Б умова для екологічно безпечного транскордонного переносу виконується при інтенсивності дампінгу більше 1.2 млн. т/міс.

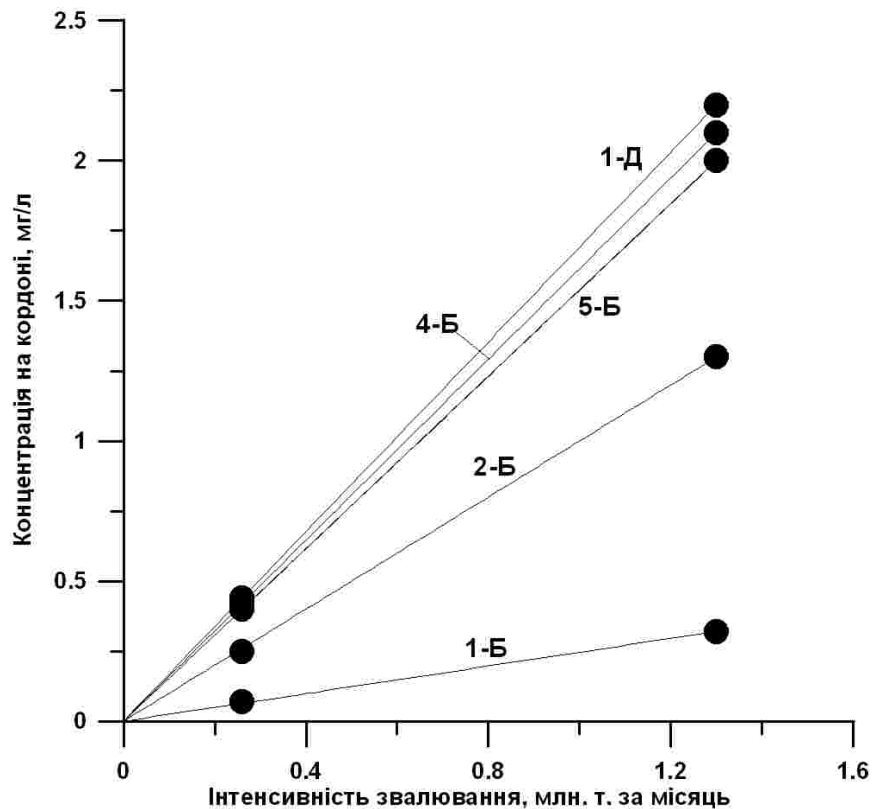


Рисунок 9.33 Середня по глибині концентрація завислих намулів на кордоні з Румунією при моделюванні неперервного відвалу ґрунту у різних точках розміщення МГ при різній інтенсивності дампуінгу.

Таким чином, райони 2-Б та 1-Б можуть бути обрані для дампуінгу з урахуванням транскордонних аспектів. Однак, район 1-Б знаходиться у межах п'ятикілометрової зони рибоохорони і тому, відповідно до діючого законодавства України не може бути обраним для дампуінгу.

***Результати модельних досліджень поширення в бік Румунії плями підвищеної мутності води, утвореної при миттєвому складуванні ґрунту***

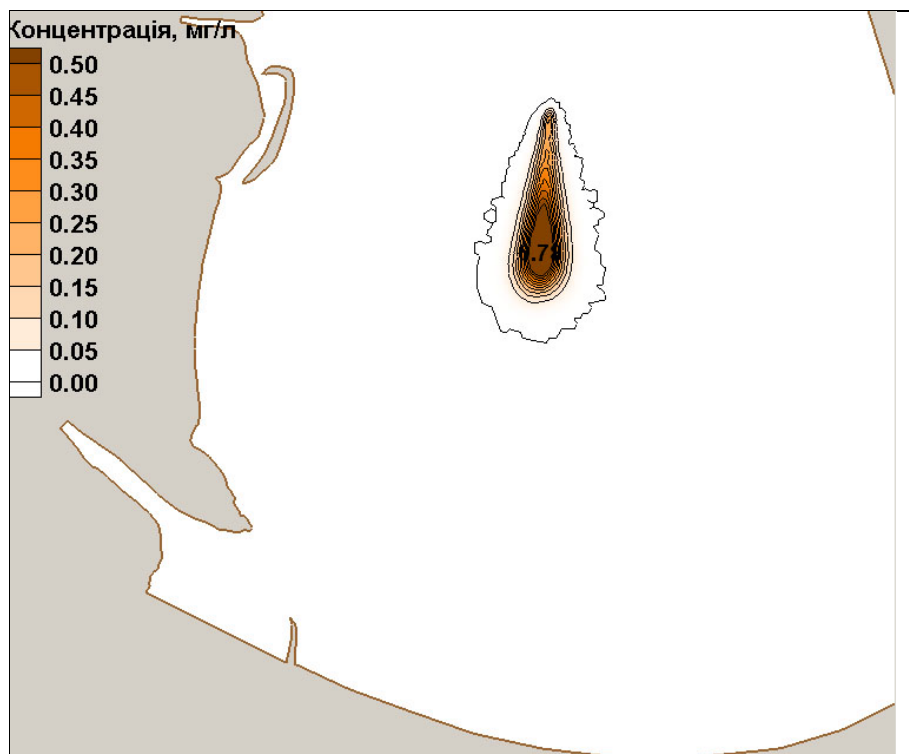
Складування ґрунту проводиться баржами об'ємом 500-600м<sup>3</sup> суміші води і ґрунту. Тому можна оцінити, що за один раз відбувається скидання близько 420 т ґрунту, в якому близько 42 т складає найдрібніша фракція < 0,005 мм. Було проведено моделювання миттєвого скидання 42 т дрібної фракції ґрунту и поширення плями мутності під дією південних течій.

Моделювання проводилося при наступних параметрах: миттєве скидання намулів, що мають розмір 0,005мм, загальною кількістю 42 т. Розмір кожної лагранжевої частки, що бере участь у моделюванні, – 0,1кг, загальна кількість часток – 420 тис. Часовий крок моделі – 1секунда. Час моделювання – 1 день. Коефіцієнт горизонтальної дифузії – 3м<sup>2</sup>/с. Стационарні тривимірні поля течій та коефіцієнт вертикальної дифузії бралися з попередніх розрахунків

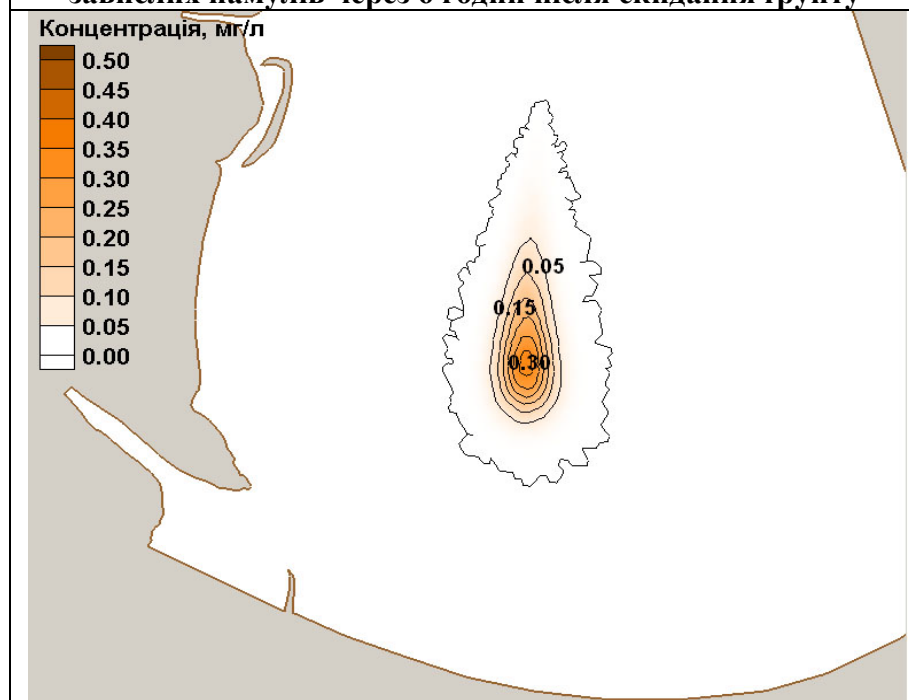


гідродинамічної моделі.

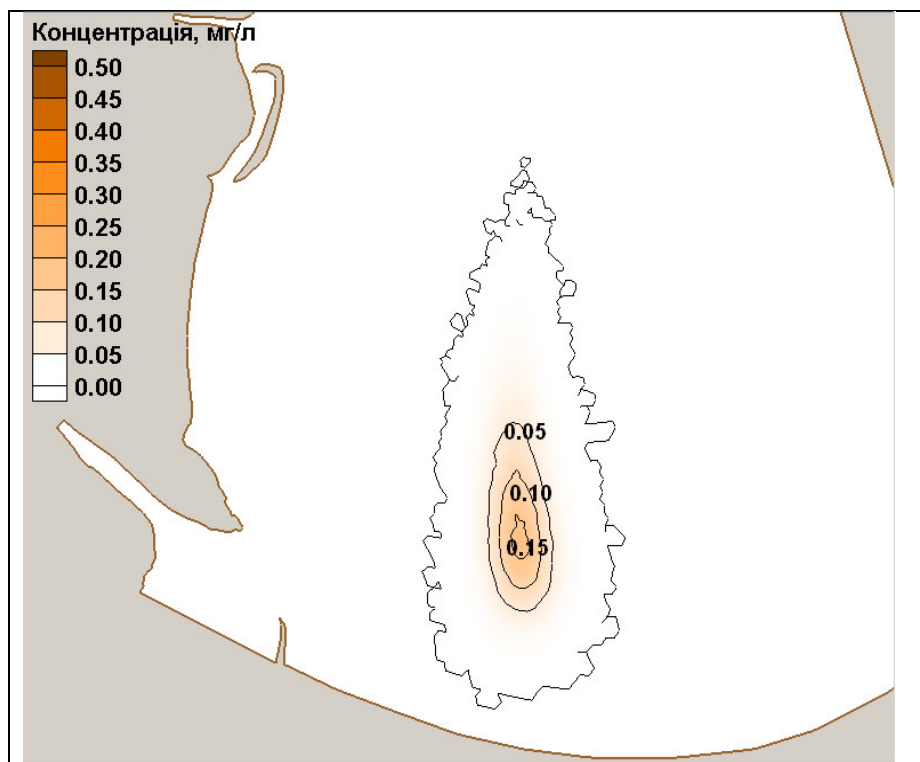
На рис. 9.34-9.37 показано середню концентрацію завислих речовин у різні моменти часу при розповсюдженні плями мутності при миттєвому скиданні з однієї баржі. Максимальна середня концентрація завислих намулів на румунському кордоні при заданому сценарії скидання складає 0,08 мг/л.



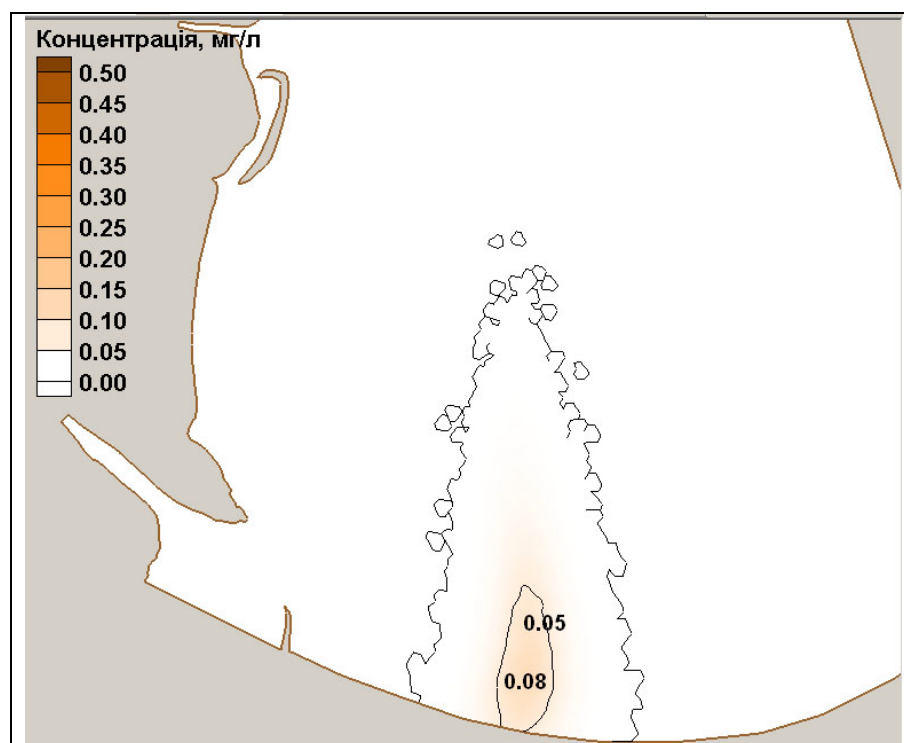
**Рисунок 9.34 Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів через 6 годин після скидання ґрунту**



**Рис. 9.35 Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів через 12 годин після скидання ґрунту**



**Рисунок 9.36** Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів через 18 годин після скидання ґрунту



**Рисунок 9.37** Осереднена за глибиною концентрація завислих намулів через 1 день після скидання ґрунту

Таким чином, за результатами виконаних розрахунків з використанням параметрів, що наведені в звіті експертів Комісії по запиті, максимальні значення концентрації намулів були одержані за сценарієм безперервного складування і вони виявилися у два рази менші, ніж в цьому звіті.

Зменшення впливу підвищеної концентрації завислих намулів від дам্পінгу у морській воді на кордоні з Румунією можливе шляхом збільшення відстані від точки дам্পінгу ґрунту до кордону, зменшення глибини місця дам্পінгу, та/або зменшення інтенсивності звалювання.

Згідно з розрахунками, для того, щоб концентрація намулів від дам্পінгу на кордоні була на порядок нижче природних значень (2-7 мг/л), інтенсивність неперервного дам্পінгу у проектній точці 5-Б не повинна перевищувати 0.25 млн. т/міс., тоді як в точці 2-Б інтенсивність дам্পінгу не повинна перевищувати 0.6 млн. т/міс. Таким чином, район звалювання 2-Б може бути використаний для дам্পінгу у майбутньому з урахуванням транскордонних аспектів.

Оскільки при залповому опорожненні однієї баржі у проектній точці не спричиняється значного транскордонного впливу, достатнім для уникнення значного транскордонного впливу при дам্পінгу на існуючий морський відвал є таке **обмеження частоти розвантаження барж, при якій кількість скинутого ґрунту не перевищить 0.25 млн. т/міс. При цьому максимальна безпечна частота розвантажень становить 20 барж за добу.**

### 9.6 Результати модельних досліджень впливу морського підхідного каналу ГСХ і огорожувальної дамби на вздовжбереговий транспорт наносів

На цей час МПК огорожений з північного боку від його прорізу дамбою довжиною 2730 м і має на меті відхилення вздовжберегової течії і наносів у бік моря, а також зменшення хвильового впливу на судноплавство.

Технічна доцільність огорожувальної дамби полягає у тому, що її довжина має відповідати довжині МПК, а проведені ППМС модельні дослідження показують, що її ефективність у шторми є максимальною саме у дистальній частині.

Поглиблені дослідження впливу МПК і огорожувальної дамби ГСХ на прибережну зону в районі між гирлом рукава Бистрий та гирлом рукава Старостамбульський були проведені за допомогою моделюючого комплексу COASTOX-MORPHO.

#### *Гідрометеорологічні сценарії, обрані для моделювання динаміки прибережної зони у регіоні від гирла рукава Бистрого до гирла Старостамбульського рукава*

Згідно з результатами, наведеними у [9], середньостатистична витрата води за період 1971-2002 під час паводку в вершині дельти Дунаю складає 9000 м<sup>3</sup>/с, тому, відповідно до таблиці 9.10 [9], витрати води у рукаві Бистрий складають 1580 м<sup>3</sup>/с а у Старостамбульському – 1640 м<sup>3</sup>/с. Для періоду межені найменше значення складало в 1990р Q=2330~2980 м<sup>3</sup>/с. Тому для періоду межені використовували значення витрат у Бистрому – 585 м<sup>3</sup>/с, а у Старостамбульському - 477 м<sup>3</sup>/с.

**Таблиця 9.10 – Розподіл витрат води по водотоках системи Старостамбульського рукава (1996-2000р.р.)**

Дунай, 54 миля, м <sup>3</sup> /с	Кілійський, 20 км		Бистрий		Старостамбульський, нижче Лімби	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
2000	1000	100	404	40,4	304	30,4
3000	1510	100	585	38,7	477	31,6
4000	2030	100	763	37,6	658	32,4
5000	2550	100	935	36,7	842	33,0
6000	3080	100	1100	35,7	1030	33,4
7000	3610	100	1260	34,9	1230	34,1
8000	4140	100	1420	34,3	1430	34,5
9000	4680	100	1580	33,8	1640	35,0
10000	5220	100	1730	33,1	1860	35,6
11000	5790	100	1880	32,5	2090	36,1

Оскільки графіки зв'язку синхронно виміряних величин мутності води на гідростворах Кілійський рукав (20км), Очаківський рукав (15,5км), Бистрий рукав (витік), Старостамбульський рукав (10км) за 1976-1980 і 1996-2000р.р. показали практично повне співпадіння величин мутності води, для мутності у Бистрому і Старостамбульському рукавах були прийняті однакові значення, що відповідають типовим витратам води і витратам завислих наносів у вершині дельти Дунаю: у паводок для витрати води  $Q=9000 \text{ м}^3/\text{с}$  і витрати наносів  $R=1620 \text{ кг/с}$  мутність  $s=180 \text{ г/м}^3$ , у межень для  $Q = 3000 \text{ м}^3/\text{с}$  і  $R=105 \text{ кг/с}$   $s=35 \text{ г/м}^3$ .

Результати гранулометричного аналізу складу завислих наносів стоку Дунаю [9] узагальнюються таким чином [10]:

- медіанний діаметр завислих наносів  $D_{50}$  найбільший на підйомі паводку (0,04-0,12мм), найменший на спаді паводку (приблизно 0,02мм); помітного зменшення  $D_{50}$  вниз по течії не виявлено;
- на всіх створах і упродовж усіх фаз гідрологічного режиму у пробах ґрунту превалюють частинки фракцій 0,2-0,1; 0,05-0,01 і  $< 0,001 \text{ мм}$ ;
- під час повені значно превалюють намули 0,05-0,01, а у період межені –  $< 0,001 \text{ мм}$ ;
- діаметр найбільш крупних частинок у пробах завислих наносів сягає 0,5-0,6 мм.

На основі вищенаведених висновків для математичного моделювання переносу наносів були обрані три типові розміри фракцій наносів – дрібна фракція 0.02 мм (цілий рік), крупні наноси – 0.12мм (упродовж паводка без штормових хвиль) і 0.15мм (цілий рік для режиму штормових хвиль). Слід відмітити, що остання добре характеризує і типовий розмір донних намулів як у річці [9, 10], так і у морі за межами „конусу виносу” річкових намулів Бистрого [11].

На основі висновків [9] «У сучасних умовах (1971-2002р.р.) на долю березня-червня припадає 50,7% річного стоку води. Найбільш багатоводні місяці – це квітень(11,6%), травень(11,6), червень(10,0%)» при математичному моделюванні приймалось, що паводок проходить з квітня по червень включно, усі інші місяці – межень.

Вітровий і відповідний хвильовий режим у регіоні МПК ГСХ характеризують представлені нижче таблиця 9.11 [12] і таблиця 9.12 [9], де наведено тривалість дії напрямків вітру за румбами упродовж середньо-метеорологічного року.

**Таблиця 9.11 – Тривалість дії напрямків вітру за безльодовий період року (330 діб), м. Усть-Дунайськ, 1984...2002р.**

*У добах*

Швид-кість вітру, м/с	Хвиленебезпечні напрямки								Су-ма
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
Штиль	-	-	-	-	-	-	-	-	4,45
1...5	28,7	17,85	17,85	19,35	37,0	28,5	25,36	17,72	192
6...10	31,2	16,95	10,75	7,45	14,68	8,20	8,05	13,64	110,8
11...15	9,24	4,42	1,48	0,59	0,66	0,40	0,76	3,14	20,69
16...20	0,66	0,33	0,06	0,06	-	-	0,13	0,46	1,70
21...25	0,16	0,07	-	-	-	-	-	0,04	0,27
Сума	69,63	39,62	30,14	27,42	52,34	37,1	34,3	35	325,5

**Таблиця 9.12 – Тривалість неперервної дії штормових вітрів ( $\geq 15$ м/с) за даними спостережень метеостанції Усть-Дунайськ, 1984...2003р.**

*У годинах*

Місяць	Тривалість	Хвиленебезпечні напрямки				
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд
1	середня	7	9	-	3	-
	максимальна	12	24	-	3	-
2	середня	7	6	-	-	-
	максимальна	15	6	-	-	-
3	середня	6	6	4	-	-
	максимальна	12	12	6-	-	-
4	середня	5	8	-	3	-
	максимальна	9	15	-	3	-
5	середня	3	5	3	-	-
	максимальна	3	6	3	-	-
6	середня	-	-	-	-	-
	максимальна	-	-	-	-	-
7	середня	3	-	-	-	-
	максимальна	3	-	-	-	-
8	середня	6	-	-	-	-
	максимальна	6	-	-	-	-
9	середня	4	3	-	-	-
	максимальна	6	3	-	-	-
10	середня	10	7	-	-	-
	максимальна	21	15	-	-	-
11	середня	8	7	3	-	-
	максимальна	21	21	3	-	-
12	середня	6	11	5	3	-
	максимальна	24	24	6	3	-
Сума за рік	макс., межень	120	105	15	6	-
	макс., паводок	12	21	3	3	-

Тривалість штормів за межень і паводок бралась рівною сумі максимальних тривалостей дії вітрів  $\geq 15$  м/с (як таких, що генерують хвилі висотою  $\geq 1.0$  м) за відповідні для межені і паводку місяці по даним метеодосліджень в Усть-Дунайську за 1984-2003р.р. (табл. 9.14, останній рядок).

В експериментах [12] відтворювалось розповсюдження штормових хвиль різних напрямків. Результати представлені в табл. 9.13.

**Таблиця 9.13 – Розрахункові значення параметрів вітрових хвиль на глибині  $H = 10$  м за основними напрямками розгону**

Розрахункові величини	Хвиленебезпечні напрямки				
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд
$D$ , км	12	180	277	550	465
$\bar{H}$ , м	10	10	10	10	10
$W_{4\%}$ , м/с	20	21	20	21	21
$gD/W^2$	294	4000	6800	12200	10300
$gH/W^2$	0,245	0,22	0,24	0,22	0,22
$g\bar{h} / W^2$	0,022	0,029	0,032	0,03	0,03
$g\bar{r} / W$	1,8	2,19	2,25	2,2	2,2
$\bar{h}$ , м	0,9	1,3	1,28	1,35	1,35
$h_{1\%}$ , м	1,9	2,91	2,90	3,02	3,00
$h_{5\%}$ , м	1,61	2,4	2,36	2,5	2,5
$\tau$ , с	3,68	4,69	4,6	4,72	4,72
$\bar{\lambda}$ , м	21	34	33	35	35

При проведенні математичного моделювання ПММС на границі розрахункової зони задавались відповідні параметри хвиль 1% забезпеченості.

Досліджувались ситуації до і після побудови МПК:

- 1) природний стан - без каналу і без дамби;
- 2) канал і існуюча дамба повного профілю.

Для розрахунку річного замулення для кожної з вищенаведених ситуацій розраховувались окремо наступні сценарії для фракції 0,02мм:

- 1) межень без штормових хвиль
- 2) паводок без штормових хвиль
- 3) межень з північними штормовими хвилями
- 4) паводок з північними штормовими хвилями
- 5) межень з північно-східними штормовими хвилями
- 6) паводок з північно-східними штормовими хвилями
- 7) межень з східними штормовими хвилями
- 8) паводок з східними штормовими хвилями

9) межень з південно-східними штормовими хвилями

10) паводок з південно-східними штормовими хвилями

Для фракції 0,12мм проводились розрахунки для межені і паводку без штормових хвиль. Для фракції 0,15мм розраховувались сценарії з штормовими хвилями 3-х напрямків у періоди паводку і межені. Для визначення загального річного замулення отримані результати для змін відміток дна по кожному сценарію і по всіх фракціях наносів склалися.

Розрахунки переформування дна проводилися тільки для періоду значних штормових хвиль Пн, ПнСх, Сх та ПдСх напрямків. Параметри хвиль вибирались наступними:

для хвиль Пн напрямку: період  $T=4.05s$ , висота  $H_w=1.9m$ ,

ПнСх напрямком: період  $T=5.19s$ , висота  $H_w=2.91m$ ,

Пд та ПдСх:  $T=5.28s$ ,  $H_w=3.01m$ .

Задані на основі представленої вище інформації сценарії зведено до табл. 9.14. Тривалість сценаріїв прийнята для розрахунку річної динаміки процесів.

**Таблиця 9.14 – Сценарії вхідних даних (витрати води і концентрації наносів з рукавів Дунаю, параметри хвиль на морській границі зони розрахунків)**

Гідро-логічний режим	Напря-мок штормових хвиль	Тривалість, діб	Витрата води м <sup>3</sup> /с		Концентрація завислих наносів з рукавів г/м <sup>3</sup>		
			Бистрий	Старостамбульський	0,02 мм	0,12 мм	0,15 мм
Паводок	без хвиль	89,375	1580	1640	180	180	0
	Пн	0,5	1580	1640	180	0	180
	ПнСх	0,875	1580	1640	180	0	180
	ПдСх	0,25	1580	1640	180	0	180
Межень	без хвиль	263,75	585	477	35	35	0
	Пн	5	585	477	35	0	35
	ПнСх	4,375	585	477	35	0	35
	ПдСх	0,875	585	477	35	0	35

*Результати моделювання впливу різних варіантів огорожувальної дамби морського підхідного каналу ГСХ на уздовжбереговий транспорт наносів і динамку прибережної зони на ділянці від гирла Бистрого до гирла Старостамбульського рукава*

Методику розрахунків наведено у підрозділі 9.6. Область моделювання вибиралася розміром 7.5×19.0 км. На верхній границі області моделювання задавалася швидкість течії 0.3 м/с і концентрація наносів – 20 г/м<sup>3</sup>.

Результати моделювання полів течій, що генеруються загальною регіональною циркуляцією, водами Дунаю та впливом штормових хвиль, для деяких з дев'яти розглянутих сценаріїв гідрологічної обстановки представлені на рис. 9.38-9.42.



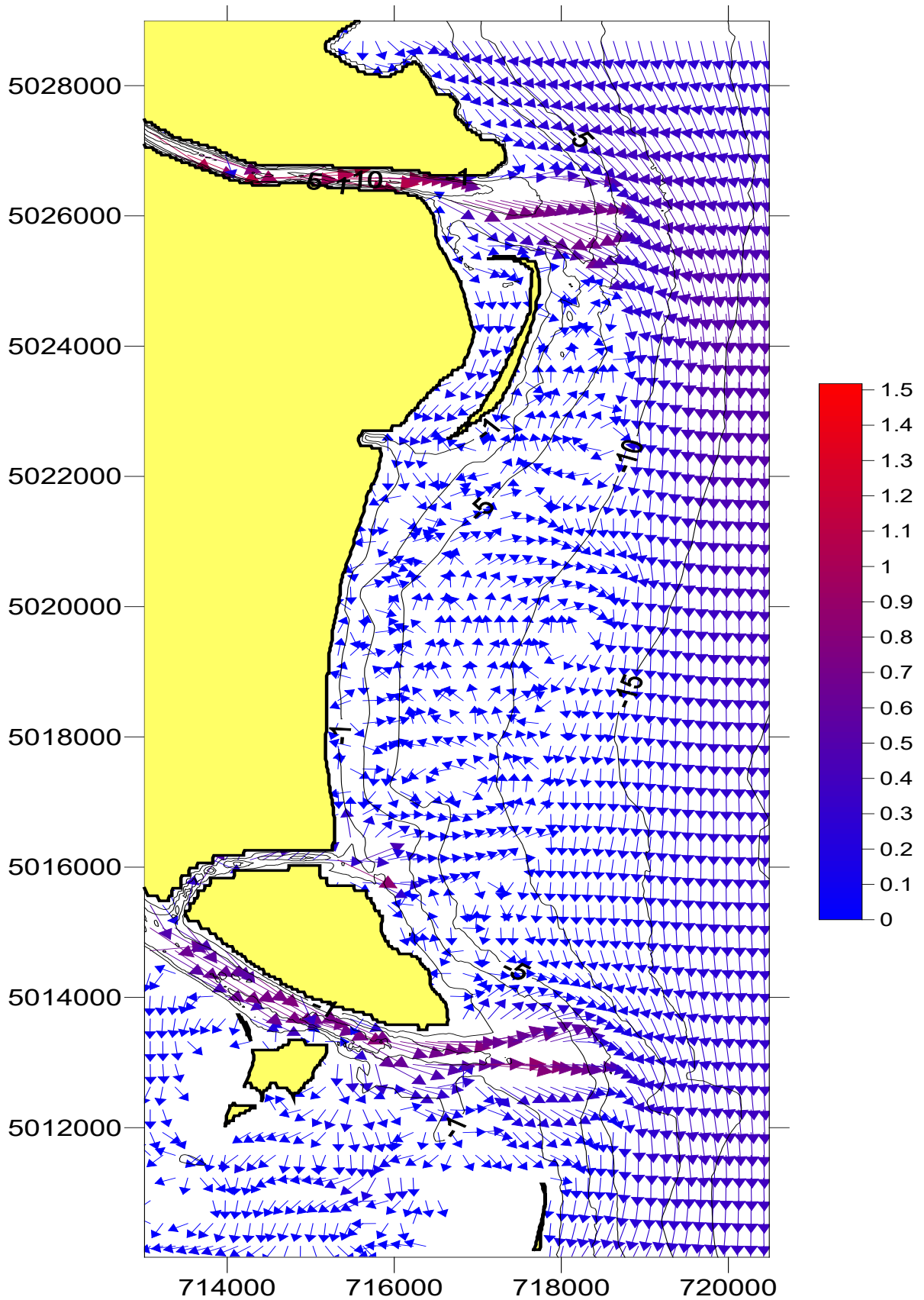


Рисунок 9.38А Поля швидкостей у паводок без штормових хвиль.  
Без дамб і МПК

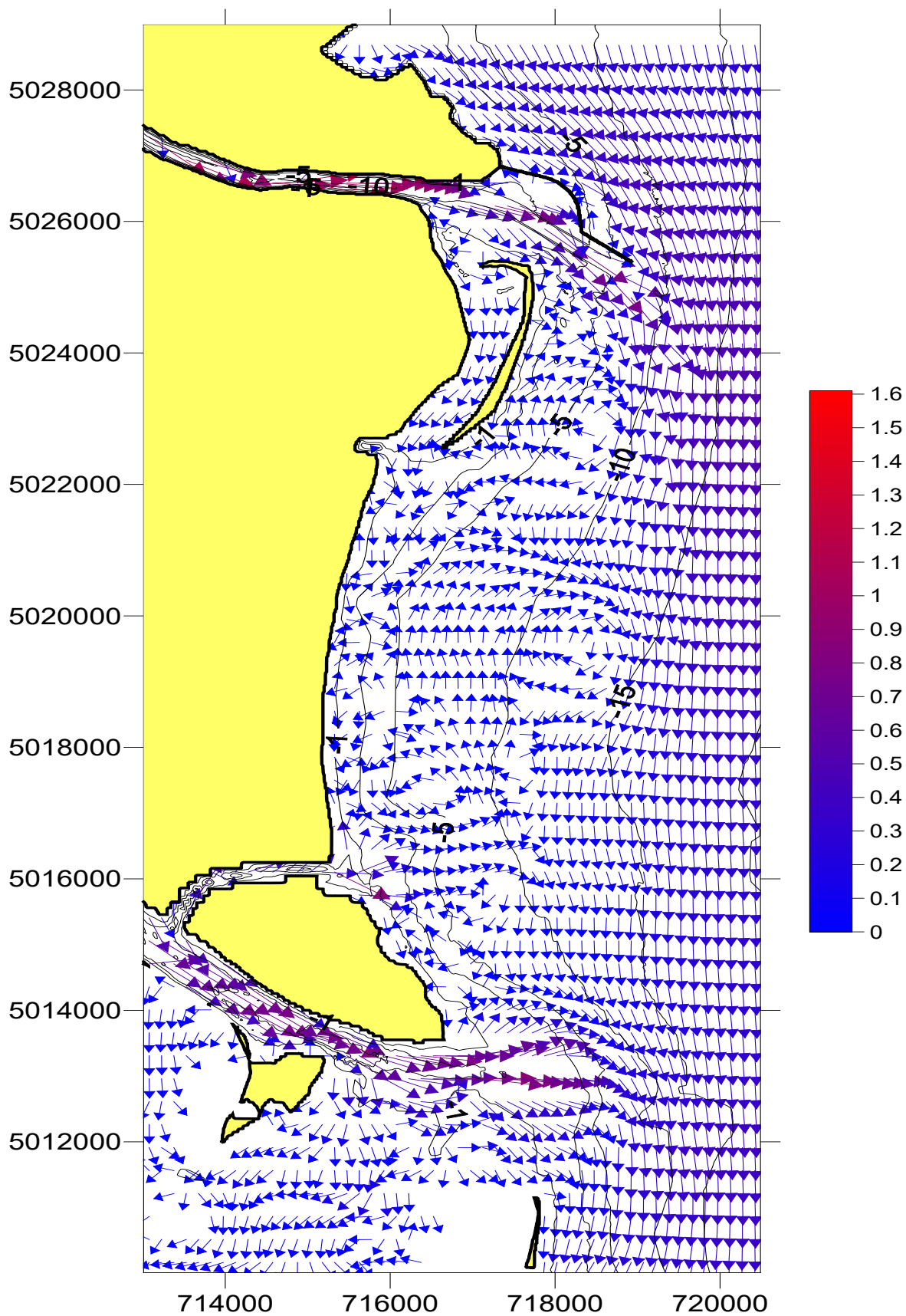
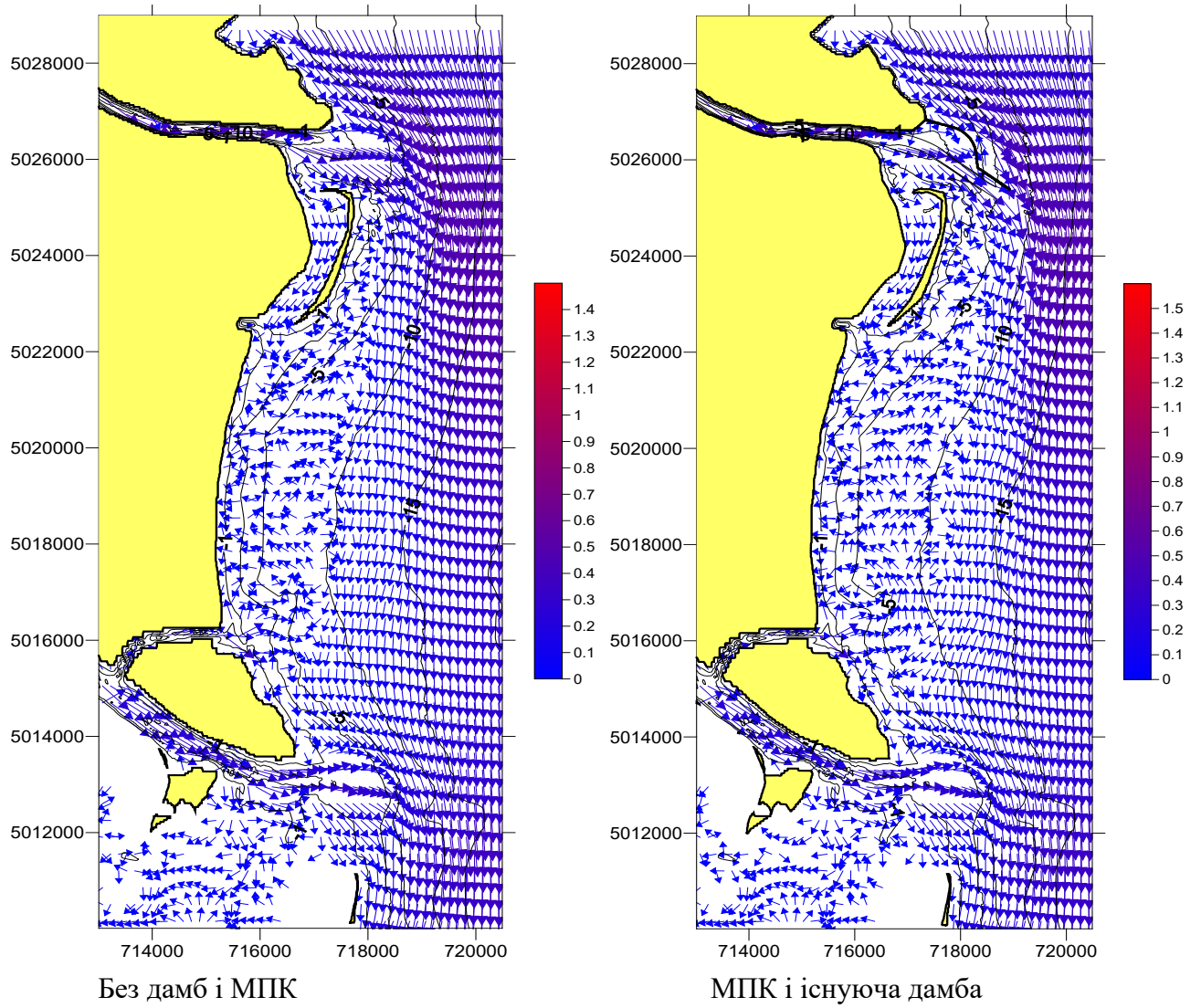
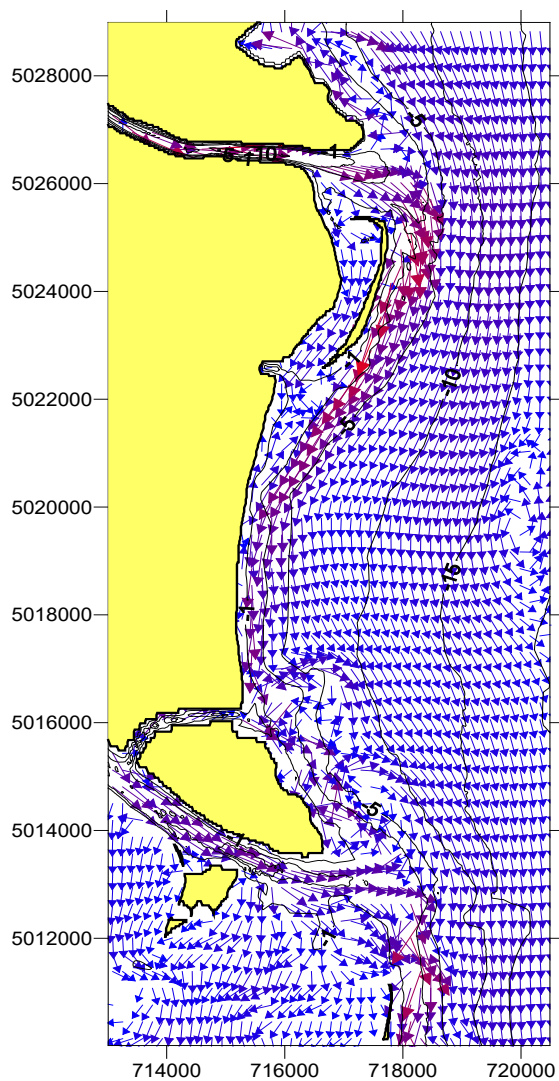


Рисунок 9.38 Б Поля швидкостей у паводок без штормових хвиль.  
Канал і існуюча дамба

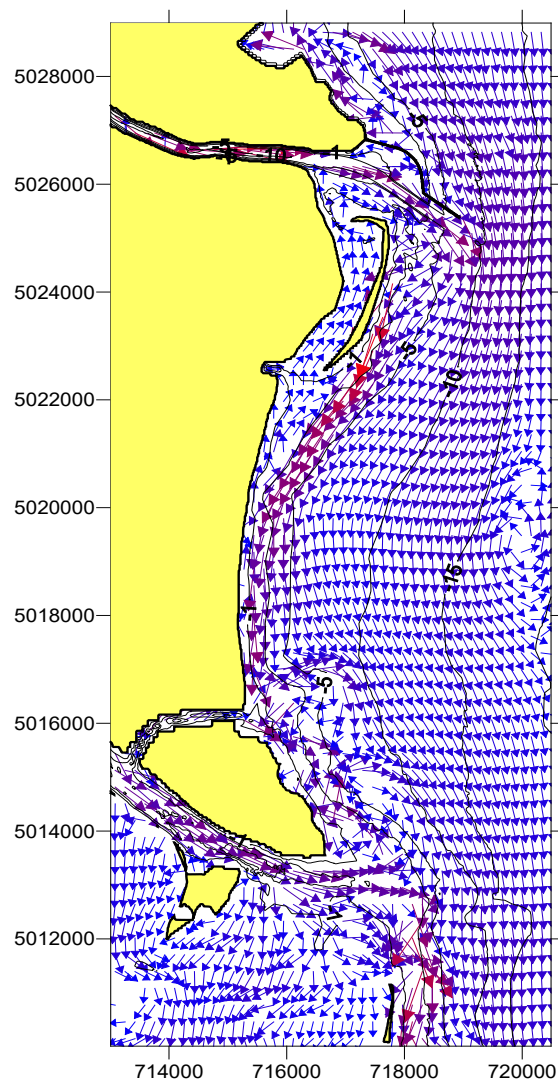


**Рисунок 9.39** Поля швидкостей у межень без штормових хвиль



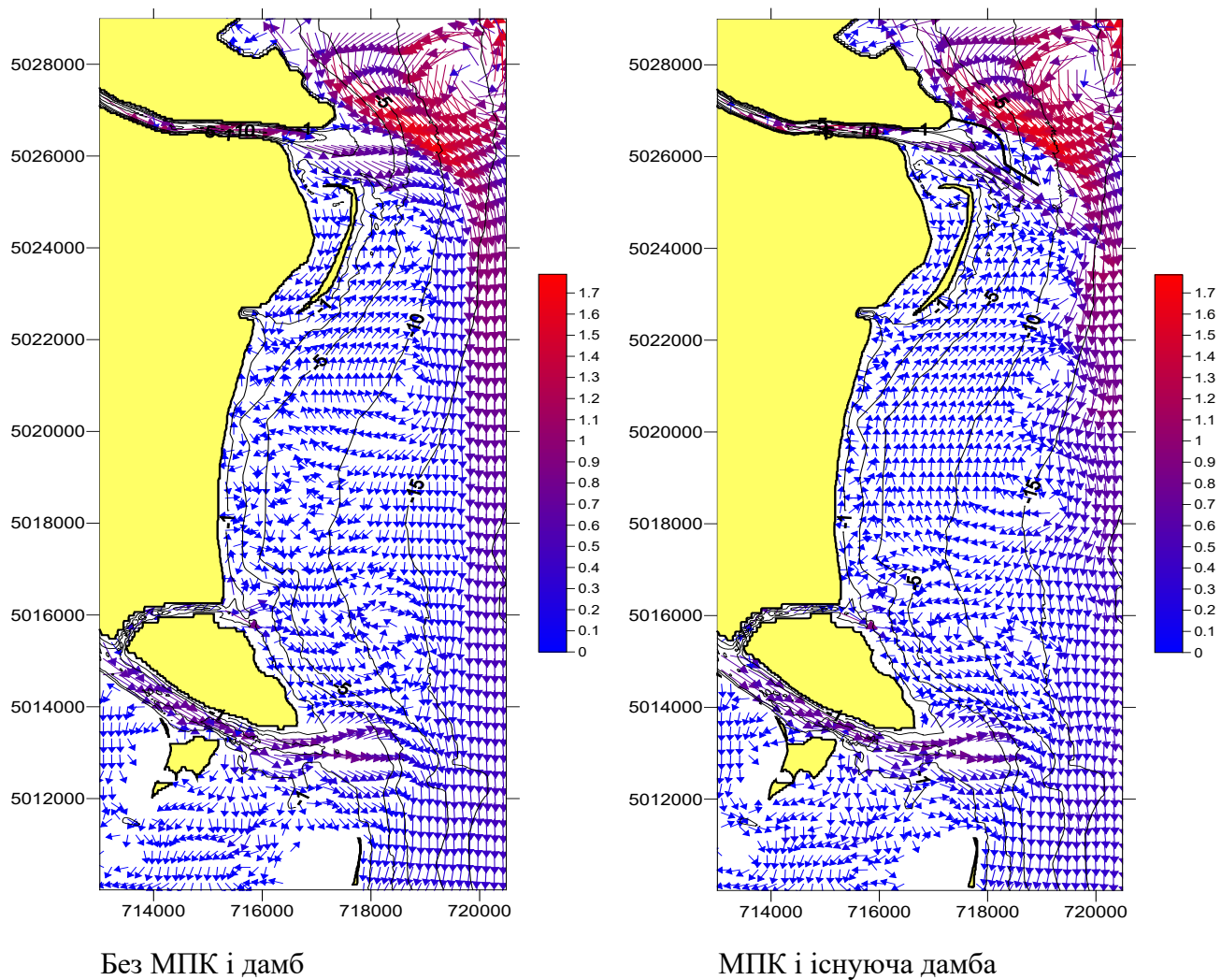


Без МПК і дамб

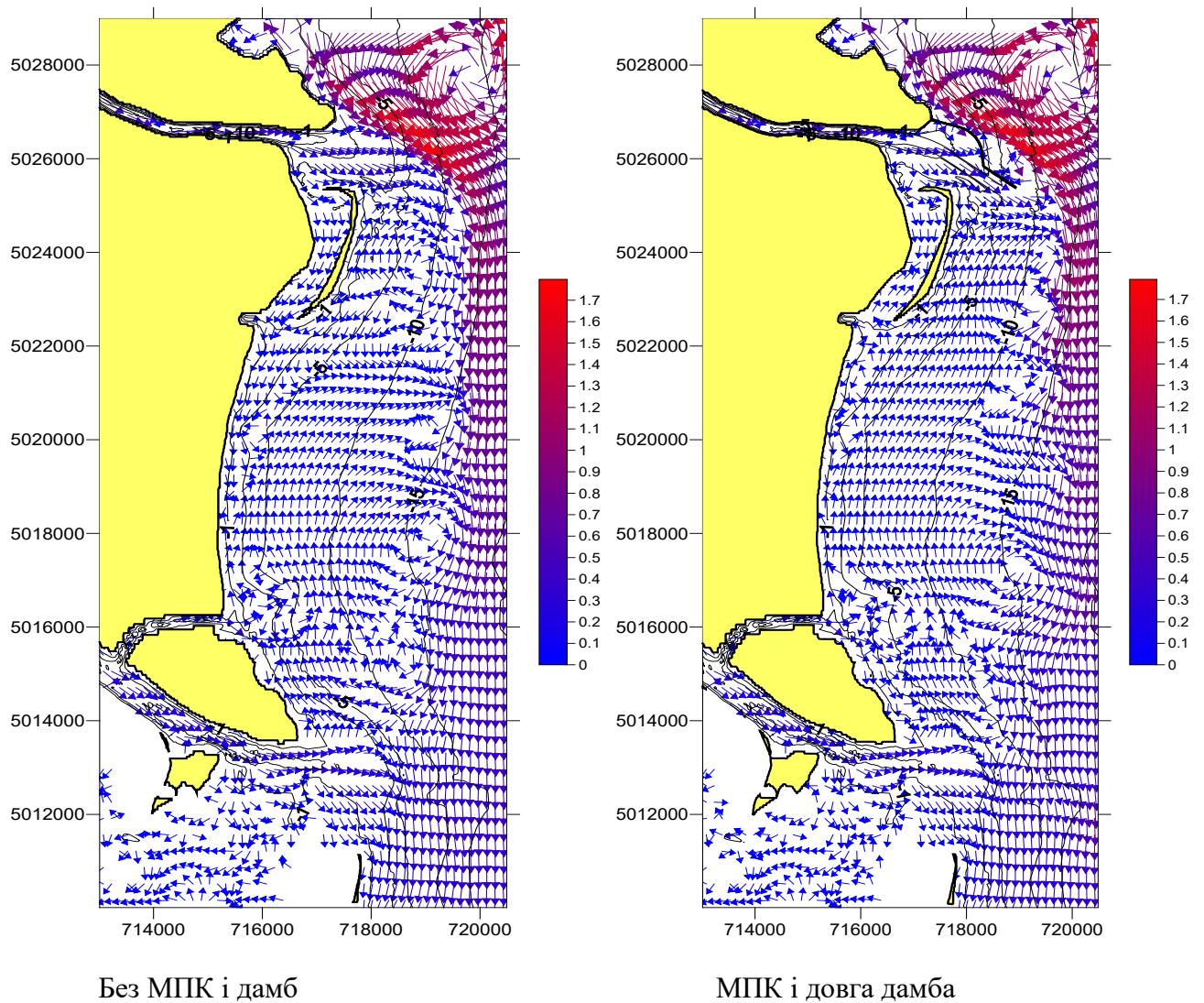


МПК і існуюча дамба

**Рисунок 9.40 Поля швидкостей у паводок з північно-східними штормовими хвилями.**



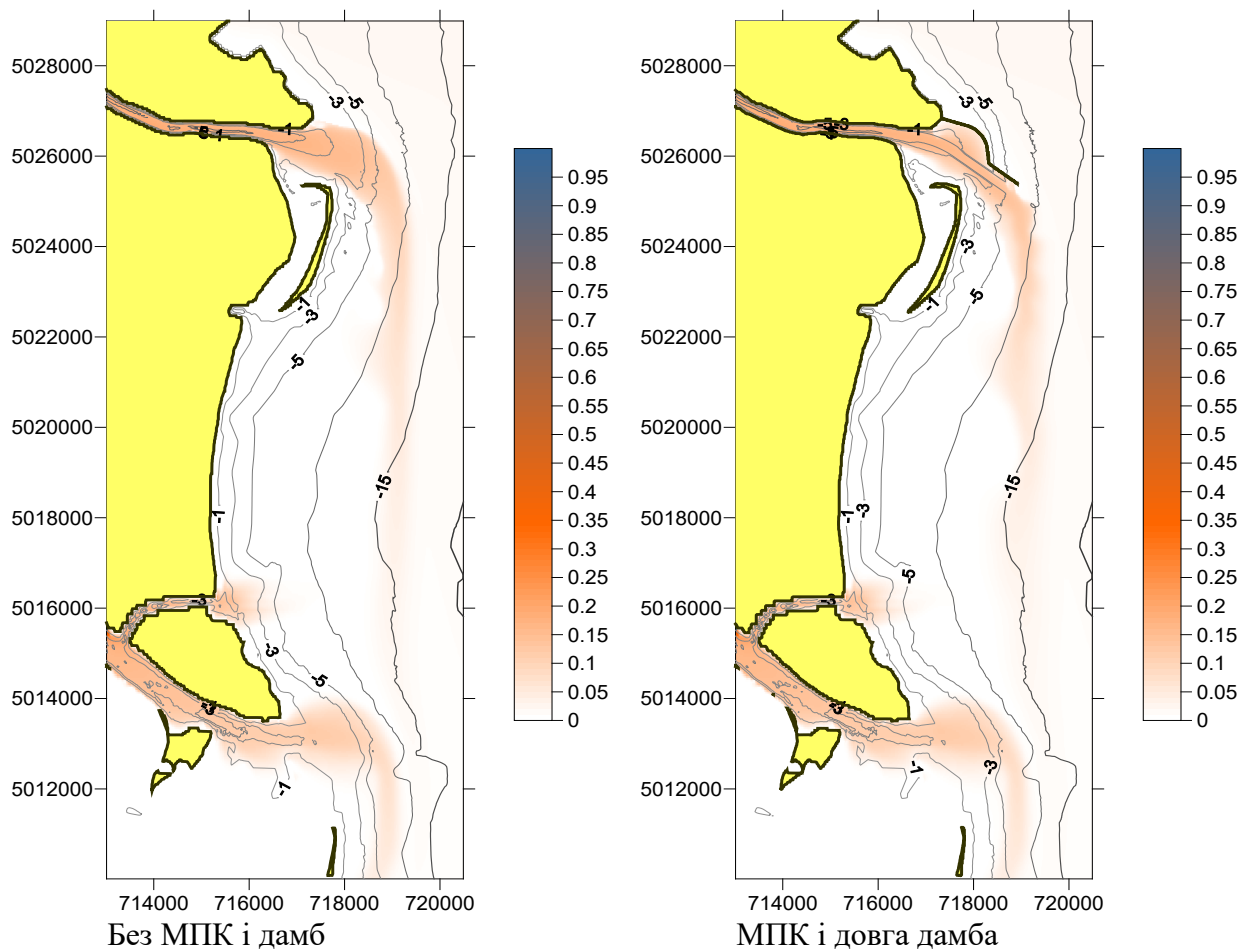
**Рисунок 9.41 Поля швидкостей у паводок з північними штормовими хвилями**



**Рисунок 9.42 Поля швидкостей у межень з північними штормовими хвилями**

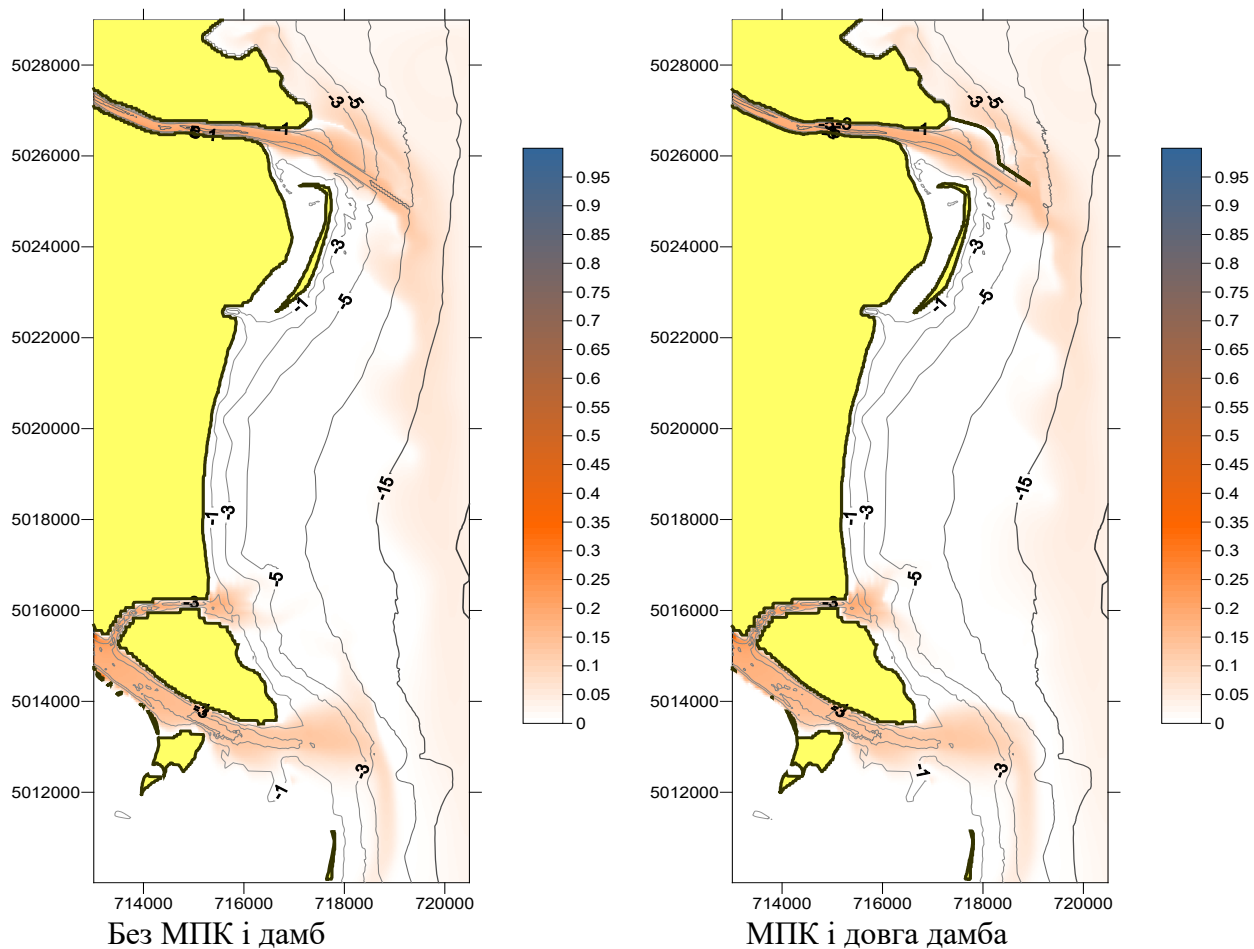
***Моделювання замулення прибережної зони наносами дрібної фракції***

Розраховані поля течій в прибережній зоні використовувались для моделювання переносу наносів дрібної (річкової) фракції  $D_{50}=0.02\text{мм}$ , які надходять з водами Дунаю і вимуються з донних відкладів (рис. 9.43-9.45). У відповідності до розглянутих сценаріїв і тривалості штормів кожного з розглянутих напрямків проводились розрахунки змін дна (розмивів і замулювання), які склались в інтегральну характеристику можливих морфодинамічних змін за рік (рисунок 9.46).



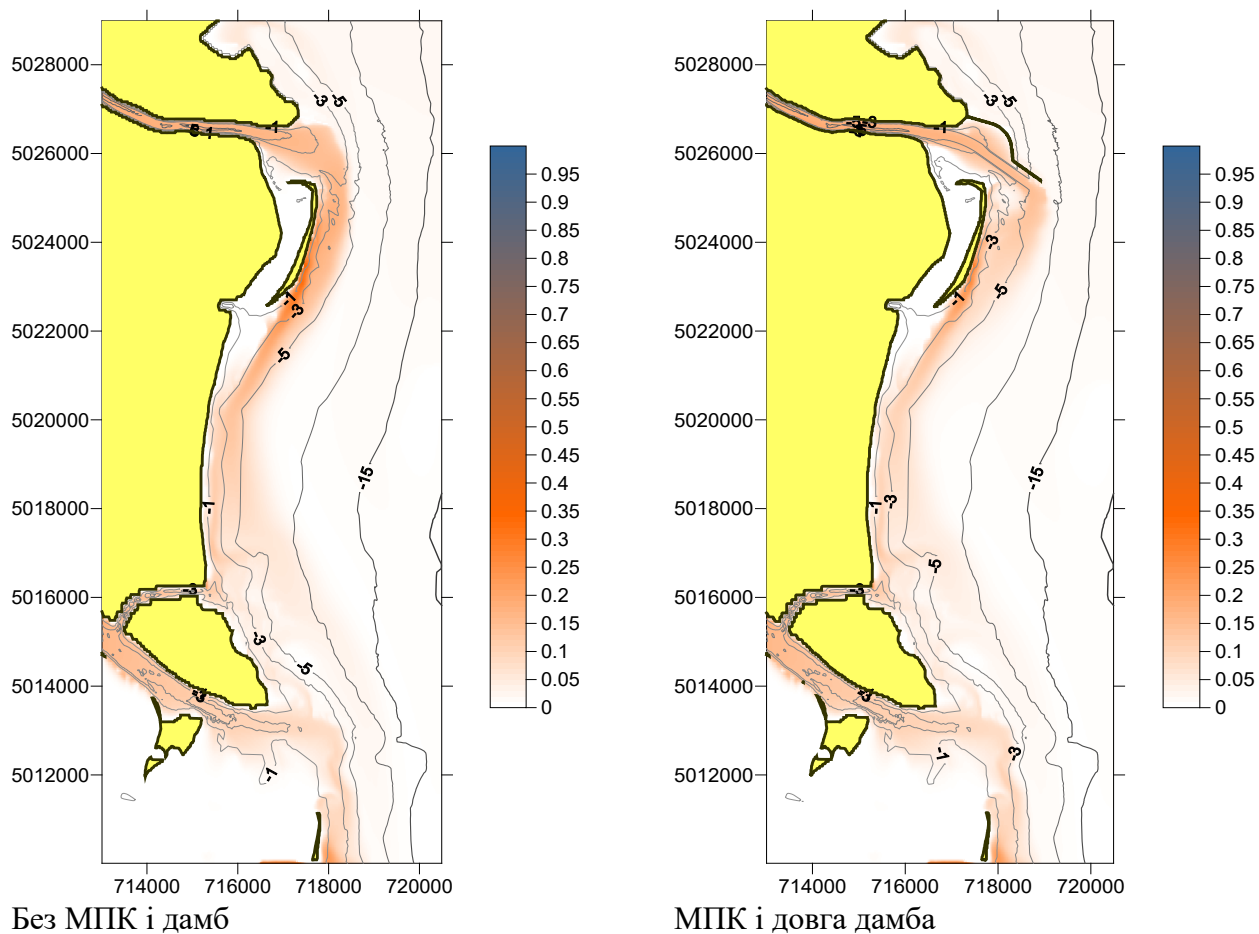
**Рисунок 9.43 Концентрація дрібних наносів у паводок без штормових хвиль**



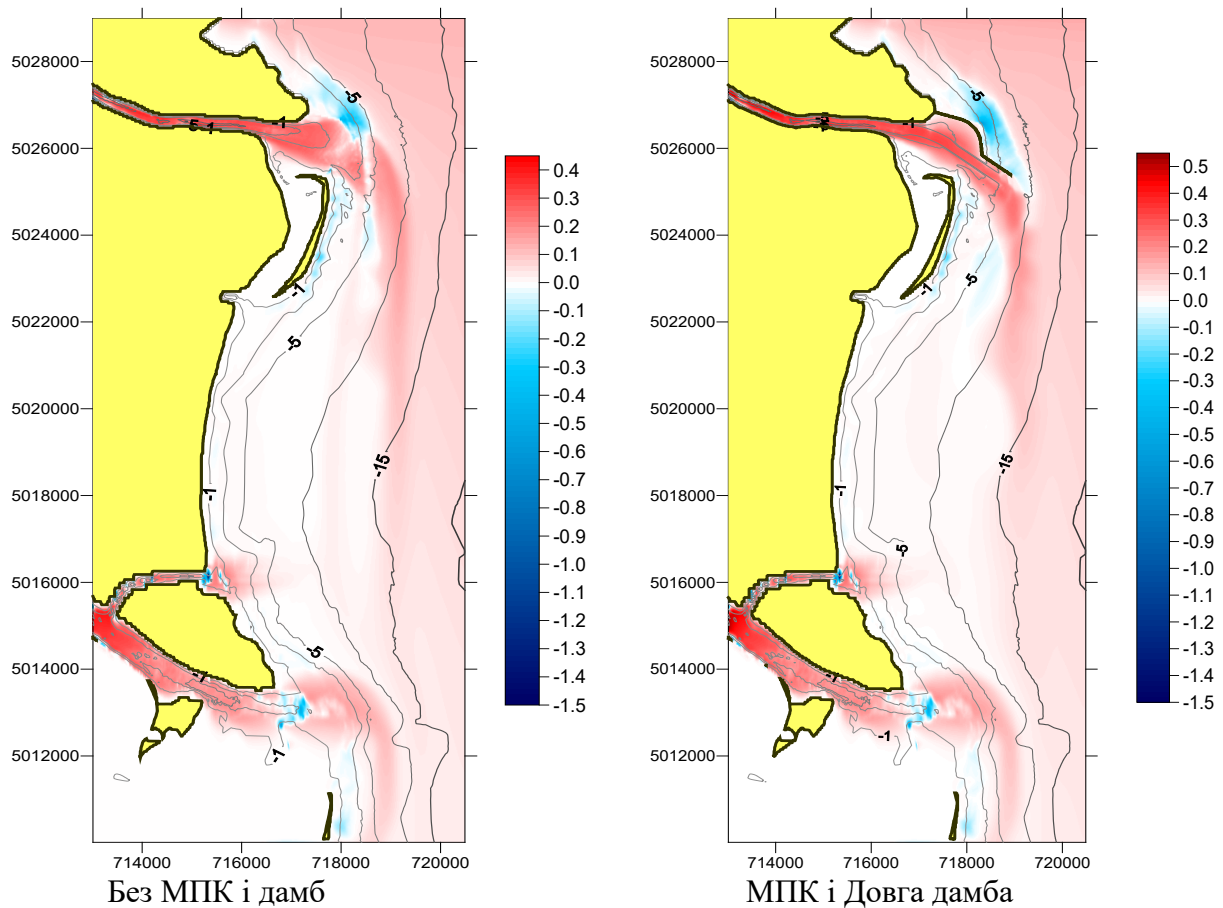


**Рисунок 9.44 Концентрація дрібних наносів у паводок з північними штормовими хвилями**





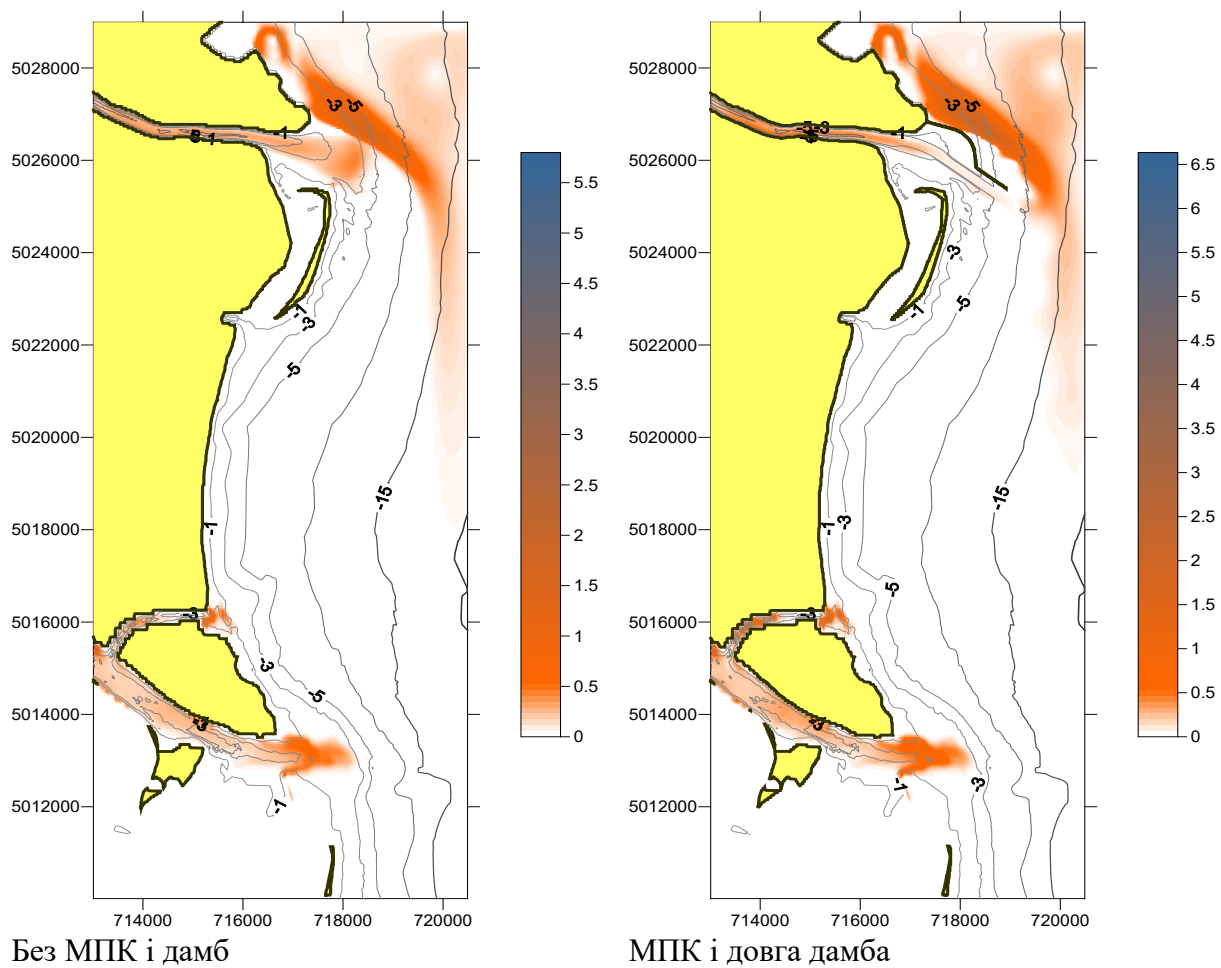
**Рисунок 9.45 Концентрація дрібних наносів у паводок з північно-східними штормовими хвилями**



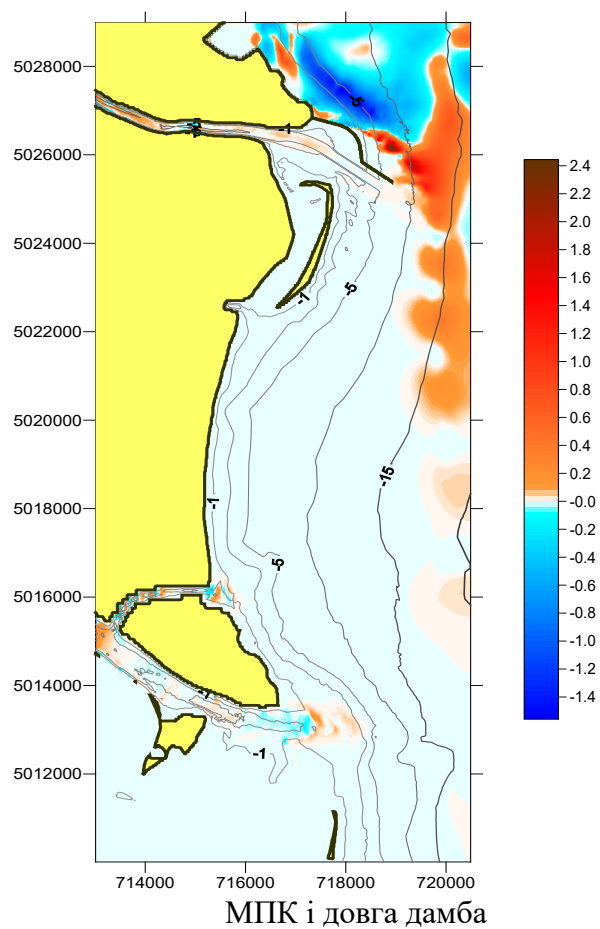
**Рисунок 9.46 Зміна відміток дна за рік,  
спричинена дрібними (річковими) наносами ( $D_{50}=0.02\text{мм}$ )**

#### *Моделювання замулення прибережної зони наносами крупних фракцій*

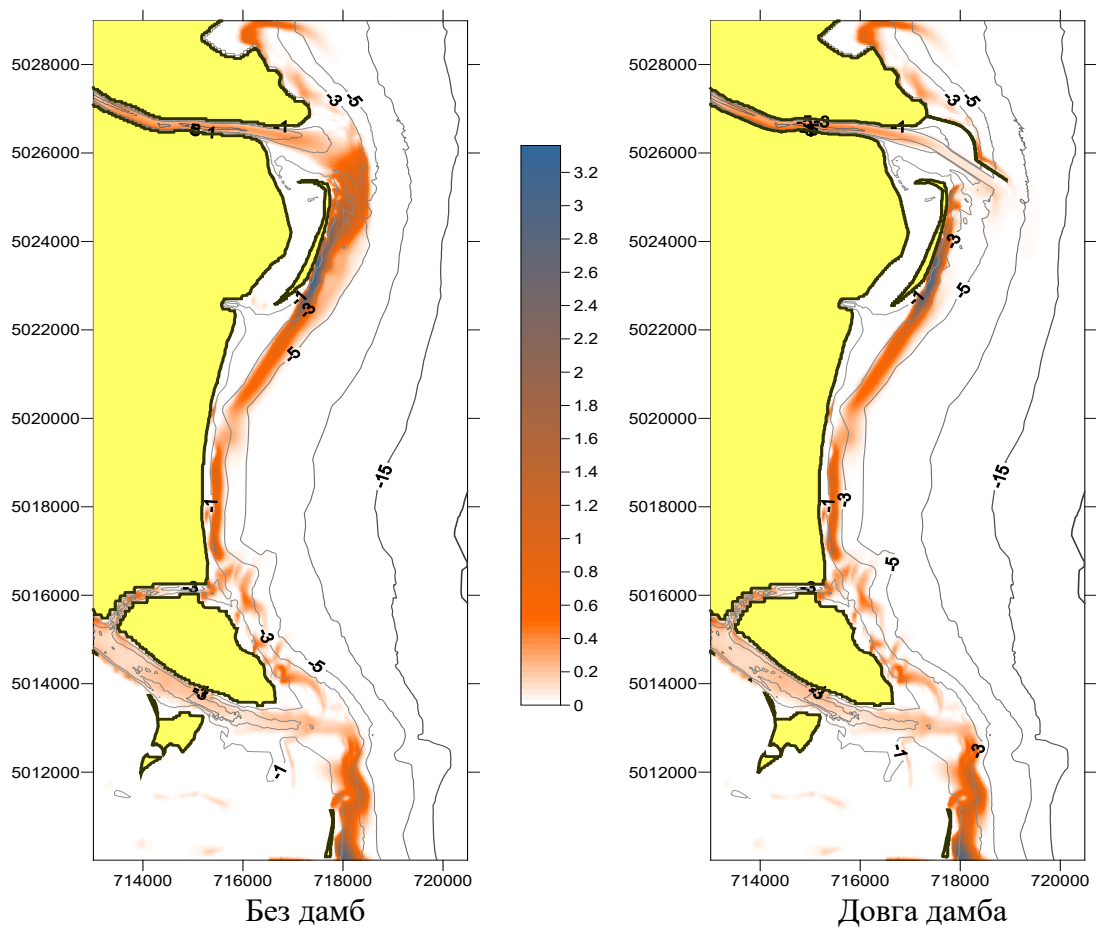
Розрахунок замулення фракцією, що переважає на морському дні,  $D_{50}=0.15\text{мм}$  проводився тільки для періоду значних штормових хвиль Пн, ПнСх, Сх та ПдСх напрямків. Також розраховувалося замулення крупною фракцією  $D_{50}=0.12\text{мм}$  для періоду паводку без штормових хвиль, оскільки дана фракція присутня в паводкових водах в значній концентрації, тоді як у межень її майже нема. Результати розрахунків представлено на рис. 9.47-9.55.



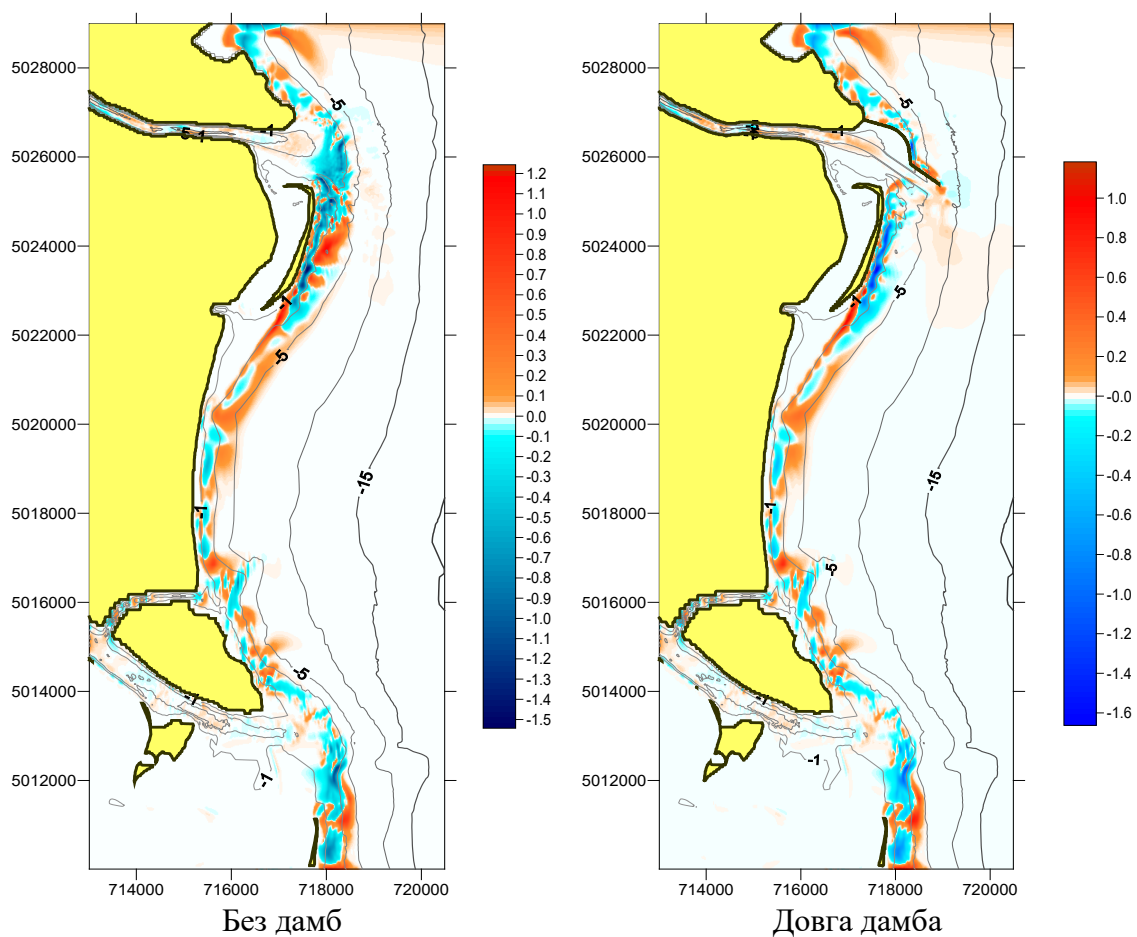
**Рисунок 9.47 Концентрація наносів  $D_{50}=0.15\text{мм}$  у паводок з Пн штормовими хвилями**



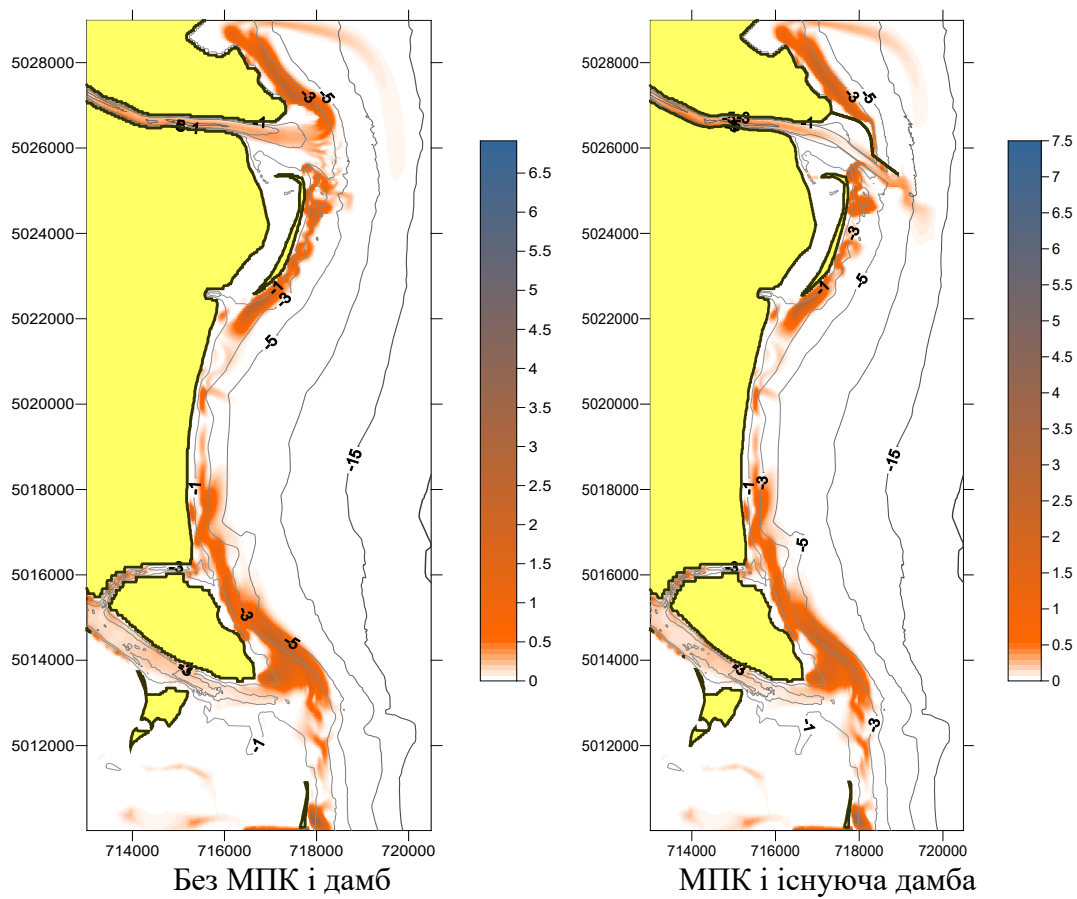
**Рисунок 9.48 Зміна відміток дна наносами  $D_{50}=0.15\text{мм}$  за період паводку і межні з Пн штормовими хвилями.**



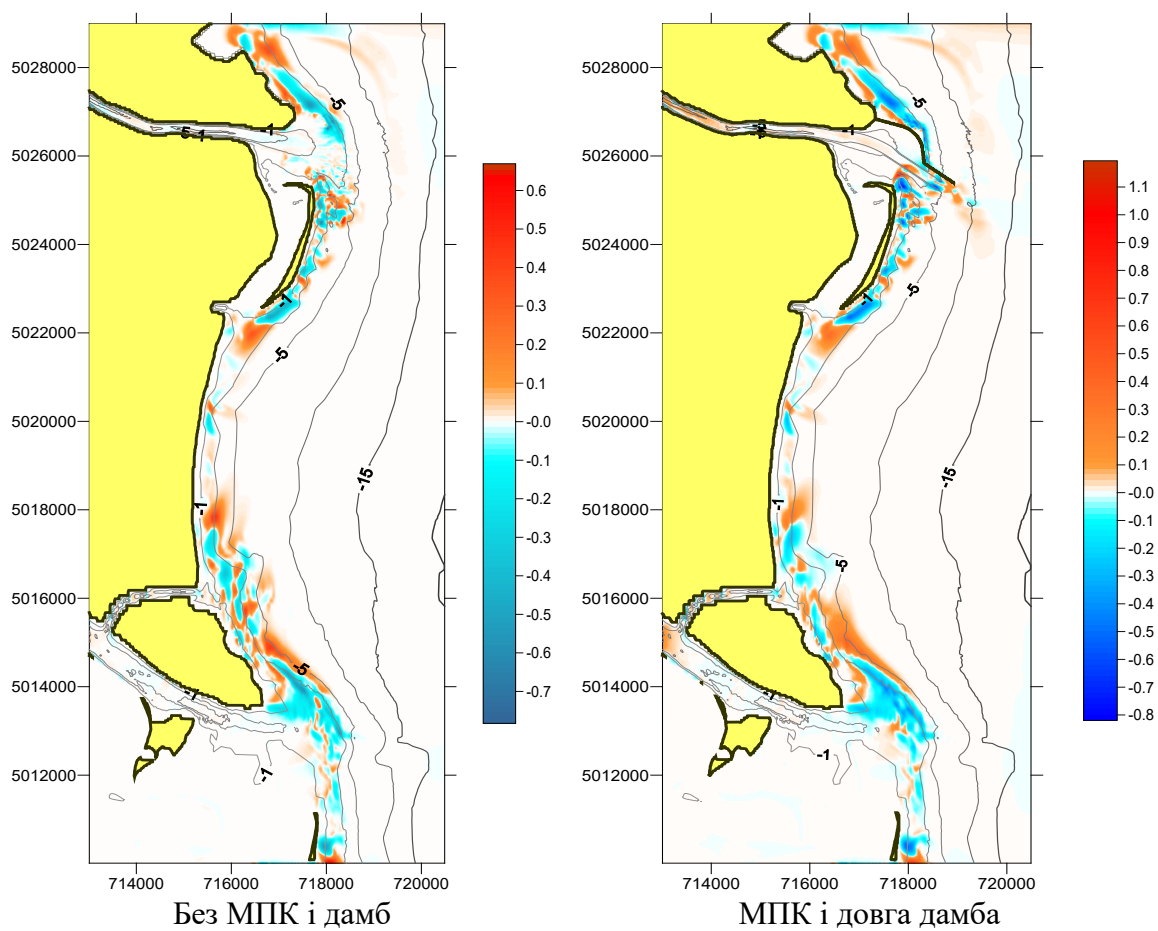
**Рисунок 9.49 Концентрація наносів  $D_{50}=0.15\text{мм}$  у паводок з ПнСх штормовими хвилями**



**Рисунок 9.50** Зміна відміток дна за період паводку і межені з ПнСх штормовими хвилями наноси  $D_{50}=0.15\text{мм}$

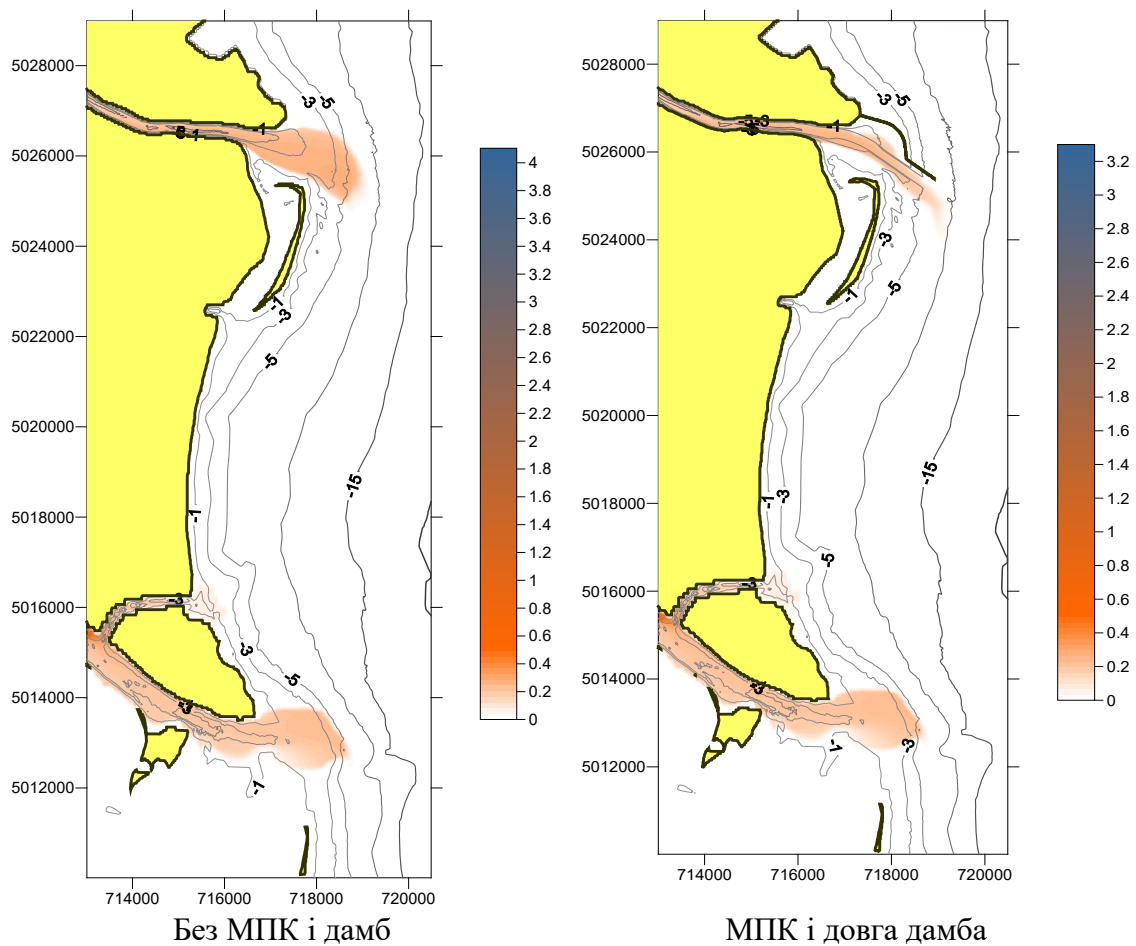


**Рисунок 9.51 Концентрація наносів у паводок з ПдСх штормовими хвилями наноси  $D_{50}=0.15\text{мм}$**

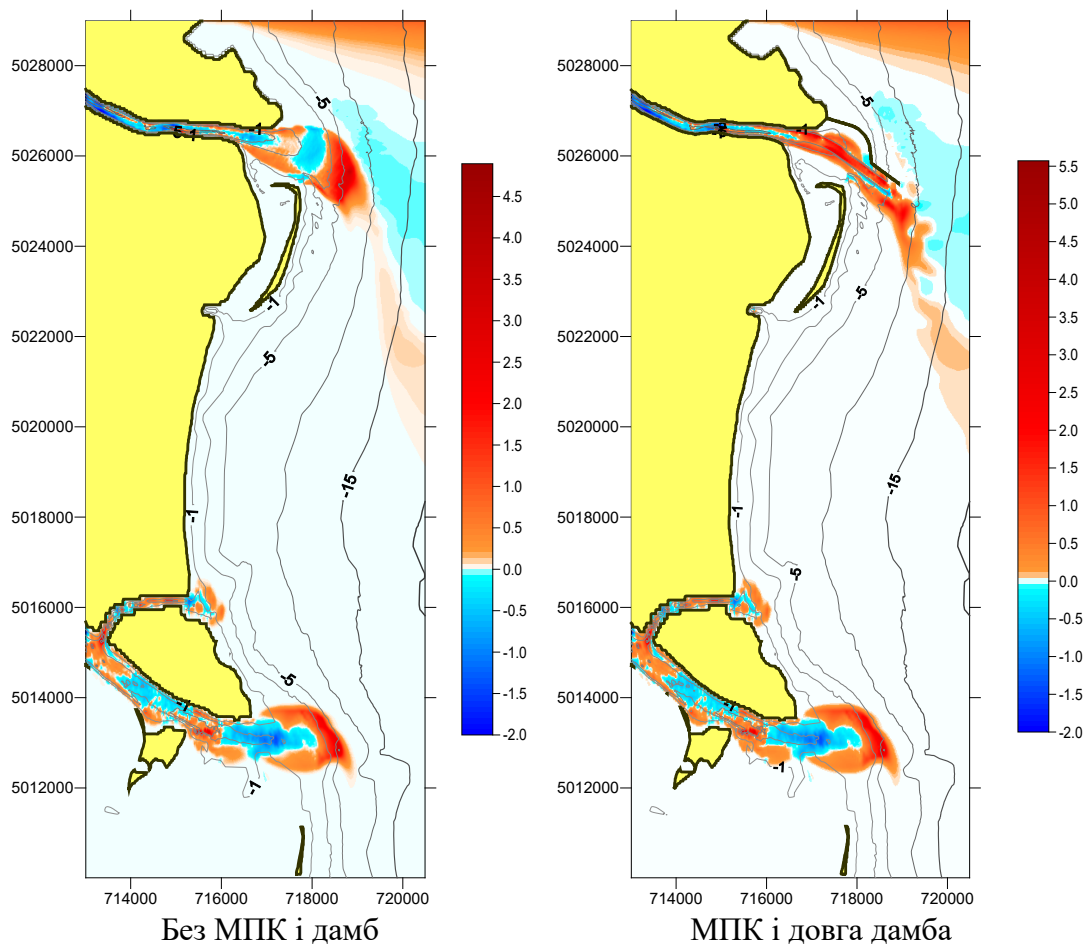


**Рисунок 9.52** Зміна відміток дна за період паводку і межені з ПдСх штормовими хвилями наноси  $D_{50}=0.15\text{мм}$

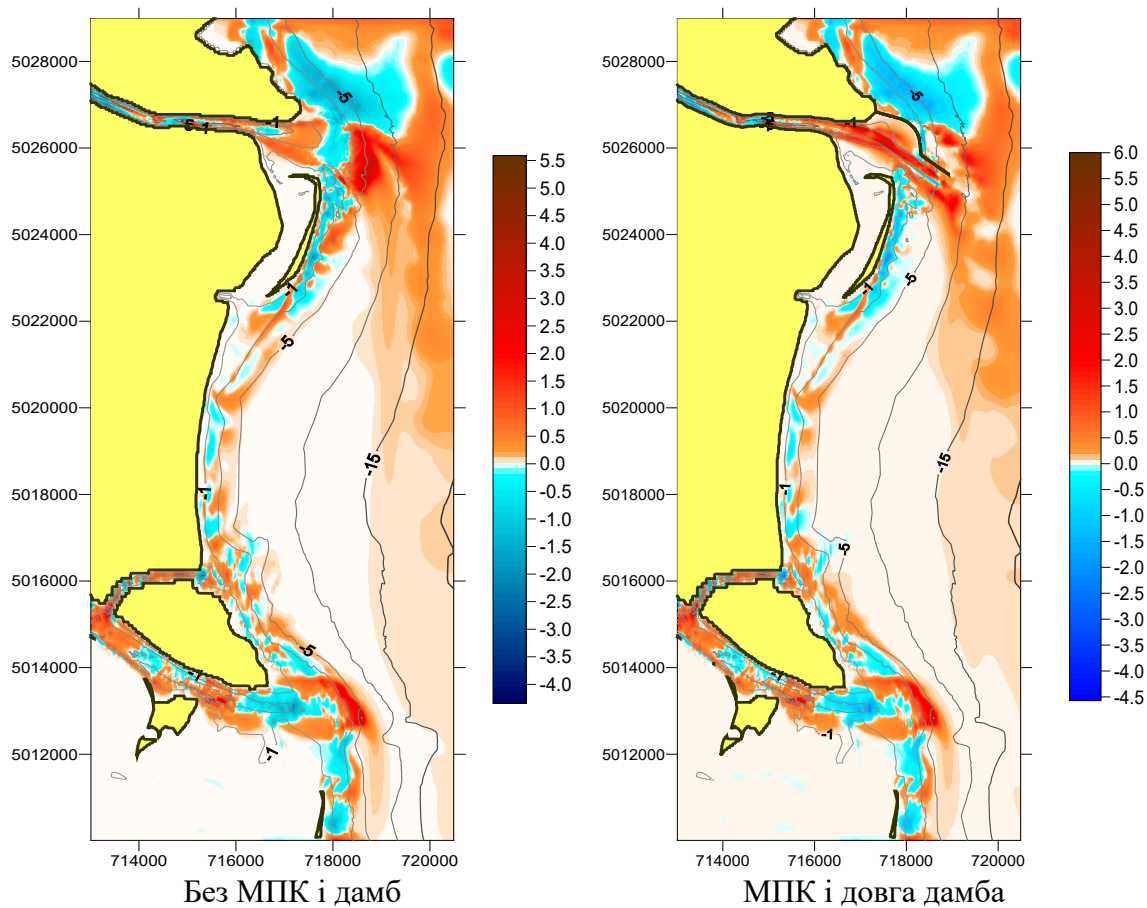




**Рисунок 9.53 Концентрація наносів у паводок без штормових хвиль наноси  $D_{50}=0.12\text{мм}$**



**Рисунок 9.54** Зміна відміток дна за період паводку без штормових хвиль наноси  $D_{50}=0.12\text{мм}$



**Рисунок 9.55 Сумарна зміна відміток дна за рік (дрібна і крупна фракції)**

Завданням проведеного моделювання було отримати оцінки максимально можливих впливів будівництва ГСХ на переформування дна, тому не проводились розрахунки впливів змін глибин на гідродинамічні поля, а всі розрахунки проводились по батиметрії початкового стану системи. Отже, усі оцінки сумарних змін глибин внаслідок переформування дна, представлені на рисунках цього параграфу, є дещо завищеними. Рис. 9.55, на якому відображено сумарну (дрібна і крупна фракції разом) зміну відміток дна за рік, демонструє, що вплив будівництва ГСХ і дамби на динаміку розмивів і замулення відслідковується на відстані не більше 5-6 км на південь від гирла Бистрого при тому, що морський українсько-румунський кордон проходить на відстані біля 16 км від гирла Бистрого.

Прогнозування довгострокової динаміки процесів переформування дна на цій ділянці узмор'я має здійснюватися з врахуванням даних постійного інженерного моніторингу.

## Висновки з підрозділу 9.6

Для уточнення оцінки можливого транскордонного впливу споруд ГСХ у баровій зоні рукава Бистрий (МПК і огорожувальної дамби) на прибережну зону в районі між гирлом рукава Бистрий та гирлом рукава Старостамбульський в ПММС виконано модельні розрахунки за допомогою моделюючого комплексу COASTOX-MORPHO, який включає ланцюжок моделей “хвилі – прибережні течії – транспорт намулів – переформування донної поверхні”, що дозволяє прогнозувати переформування дна та берегів.

Модельні сценарії включали варіанти без споруд ГСХ, і з дамбою, яка моделює огорожувальну дамбу з сучасними параметрами.

**Одержані результати демонструють, що вплив будівництва ГСХ і дамби на динаміку розмивів і замулення відслідковується на відстані не більше 5-6 км на південь від гирла рукава Бистрого при тому, що морський українсько-румунський кордон проходить на відстані близько 16 км від гирла Бистрого. Такі результати добре узгоджуються із загальною характеристикою полів наносів у цьому районі, які за даними космічних знімків утворюють дві основні практично незалежні системи завислих намулів: у північній частині району це поле наносів, що генерується витоком з Бистрого, у південній частині – поле наносів, що формується витоком з Старостамбульського рукава. Наявність огорожувальної дамби впливає лише на північну систему. Це дає усі підстави припустити, що і при реконструкції ГСХ з побудовою південної паралельної МПК огорожувальної дамби локальні зміни у морфодинамічних процесах в районі ГСХ не зможуть викликати значущі транскордонні ефекти.**

## 9.7 Результати оцінки впливу струмененапрямної дамби на витрати та рівні води у рукавах Бистрий і Старостамбульський

Струмененапрямна дамба, запроектована з боку лівого берега Старостамбульського рукава перед відгалуженням від нього рукава Бистрий, є підводною, пірнаючою, з головою га відмітці -4,60мБС, що піднімається над поверхнею дна на 2,00 м. Довжина дамби за проектом – 350 м, кут з берегом Старостамбульського рукава становить 25°. Проектом передбачається можливість коректування довжини дамби на підставі математичного моделювання з врахуванням результатів моніторингу.

Модельні дослідження впливу струмененапрямної дамби на витрати та рівні води у рукавах Бистрому і Старостамбульському виконувались в Інституті проблем математичних машин і систем НАН України (ПММС). За результатами моделювання при будівництві

струмененапрямної дамби у розвилці рукавів Бистрий та Старостамбульський перерозподіл стоку між ними зменшується на 59%, 49%, 43%, 46% та 50% відносно варіанту ГСХ без такої дамби, відповідно, при витратах 7600, 6000, 3400, 1800 та 1000 м<sup>3</sup>/с і складає від 0.3% до 0.6% від стоку Старостамбульського рукава нижче розвилки.

Зміни рівня води у Старостамбульському рукаві, пов'язані з перерозподілом стоку, за наявності струмененапрямної дамби зменшуються в створі 10 км приблизно на 75% при витраті 7600 м<sup>3</sup>/с, на 60% при витраті 6000 м<sup>3</sup>/с і на 50% при витраті 3400 м<sup>3</sup>/с. При мінімальних витратах відмінність між значеннями стає надто малою, щоб рахувати процентне відношення, і знаходиться у межах похибки.

Таким чином, хоча вплив запроєктованої вище розвилки рукавів Бистрий та Старостамбульський струмененапрямної дамби на розподіл стоку Дунаю між цими рукавами та на рівні води у цих рукавах є загалом незначний, але він є сумірним зі змінами цих параметрів, прогнозованими внаслідок будівництва морського підхідного каналу ГСХ через бар рукава Бистрий.

**Струмененапрямна дамба зменшує вплив будівництва ГСХ на гідрологічні параметри Старостамбульського рукава на 40-60% по витратах води та на 50-75% по рівнях води.**

Модельні дослідження впливу струмененапрямної дамби на гідродинамічні характеристики течій в області розгалуження основного руслового потоку між рукавами Бистрий і Старостамбульський були проведені в Інституті гідродинаміки НАН України (ІГМ). Результати чисельного моделювання вказують на можливість виникнення локальних гідродинамічних ефектів спорудження струмененапрямної дамби, зокрема:

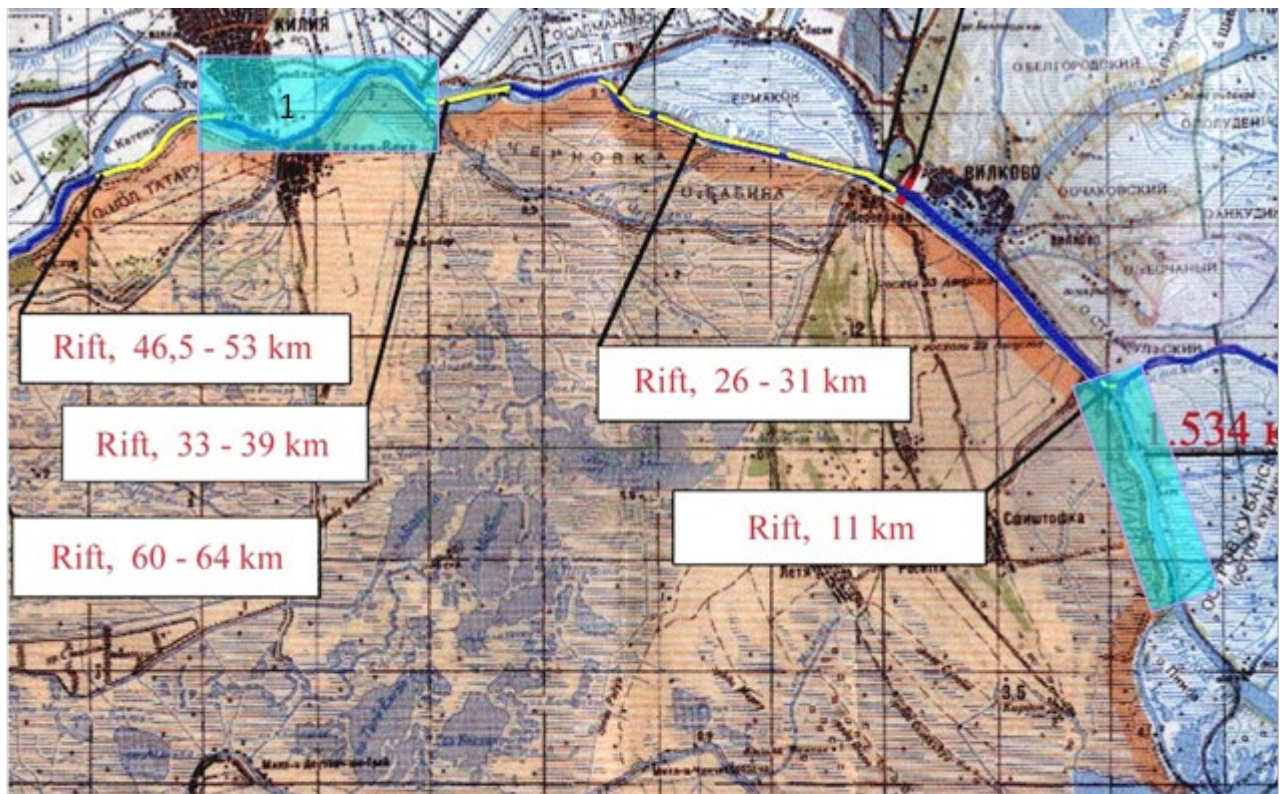
- зменшення швидкості течії на вході до рукава Бистрий та у рукаві Старостамбульський безпосередньо нижче розвилки з відновленням профілю швидкості приблизно через 1 км після дамби до вигляду, який він мав у випадку без дамби (рис. 9.91);
- перебудова вихорової структури течії в області, а саме послаблення вихорових зон поблизу берегів рукава Бистрий та вздовж берегів Старостамбульського рукава (рис. 9.92) (останнє є важливим у транскордонному контексті, оскільки може позитивно вплинути на процеси відкладення наносів і стабільність берегів у цій області);
- підвищення на 2-6 см рівня води як на прилеглій ділянці Старостамбульського рукава, так і у витoku рукава Бистрий

**Таким чином результати модельних розрахунків не дають підстав прогнозувати збільшення нестабільності правого берега Старостамбульського рукава внаслідок спорудження струмененапрямної дамби в районі відгалуження рукава Бистрий.**

## 9.8 Результати розрахунків збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт

Для оцінки транскордонного впливу підвищення мутності води Дунаю при проведенні днопоглиблювальних робіт у русловій частині ГСХ були виконані прогнозні розрахунки розподілу тонкодисперсних завислих речовин у руслі Кілійського та Старостамбульського рукавів, оскільки по руслу цих рукавів проходить державний кордон між Україною та Румунією.

Розрахунковими були обрані ділянки: 1 – від підлягаючого розчищенню перекату в Кілійському рукаві на 47 км траси ГСХ до розвилки між Кілійським рукавом і рукавом Бабина та 2 – від перекату в Старостамбульському рукаві, що підлягає розчищенню у місці його розвилки з рукавом Бистрий (11 км траси ГСХ), до розвилки між рукавами Старостамбульський і Мусура (рис. 9.56).



розрахункові ділянки

**Рисунок 9.56** Розташування розрахункових ділянок русел Кілійського та Старостамбульського рукавів при проведенні модельних розрахунків підвищення мутності води при днопоглиблювальних роботах

На цих ділянках транскордонні аспекти впливу підвищення мутності води внаслідок днопоглиблювальних робіт можуть бути найбільш помітними. У першому випадку це пов'язано з відгалуженням на територію Румунії рукава Бабина, а у другому – зі зменшенням витрати води по Старостамбульському рукаву нижче відгалуження рукава Бистрий і, відповідно, збільшенням частки замуненого струменю води у загальному потоці.

Розрахунки виконувалися для умов мінімальних річних витрат 95% забезпеченості у Кілійському рукаві, а розподіл мінімальних витрат між рукавами Кілійської дельти приймався за результатами гідрологічних спостережень у 2001-2003 роках [9] (табл. 9.15).

**Таблиця 9.15 – Розрахункові витрати рукавів**

Рукав	Частка стоку, % від стоку Кілійського рукава	Витрата води, м <sup>3</sup> /с
Кілійський (нижче м. Кілія)	100	1350,0
Бабина	32,0	432,0
Очаківський	22,1	298,3
Бистрий	39,3	530,6
Старостамбульський (нижче розгалуження з Бистрим)	36,1	487,4

Зважаючи на плавне розподілення струменів потоку у місці розгалуження рукавів Кілійський і Бабина, передбачалося, що у рукав Бабина надходить та частина потоку води, яка прилягає до його правого берега і пропорційна частці витрати рукава у загальній витраті Кілійського рукава вище розвилки.

Місце розробки ґрунту для кожного перекату приймалося на існуючому фарватері, що відповідає максимальному наближенню до правого берега у Кілійському і Старостамбульському рукавах (за проектом виконання робіт).

Розрахунок виконувався для умов роботи на ділянці 47 км двох земснарядів з паспортною продуктивністю 1000 м<sup>3</sup> ґрунту за годину кожний і нормативними втратами ґрунту – 2 %. Обсяг ґрунту, що видобувається одночасно обома земснарядами, в прийнятій 1200 м<sup>3</sup>/год. з урахуванням несинхронності їх роботи та зношеності обладнання. На ділянці 11 км передбачалася робота одного земснаряду з обсягом видобування ґрунту 800 м<sup>3</sup>/год. Щільність попередньо розпушеного ґрунту, що видобувається, **w**, прийнята 1,6 г/см<sup>3</sup>, доля фракції, що створює стійку завись – 5%.

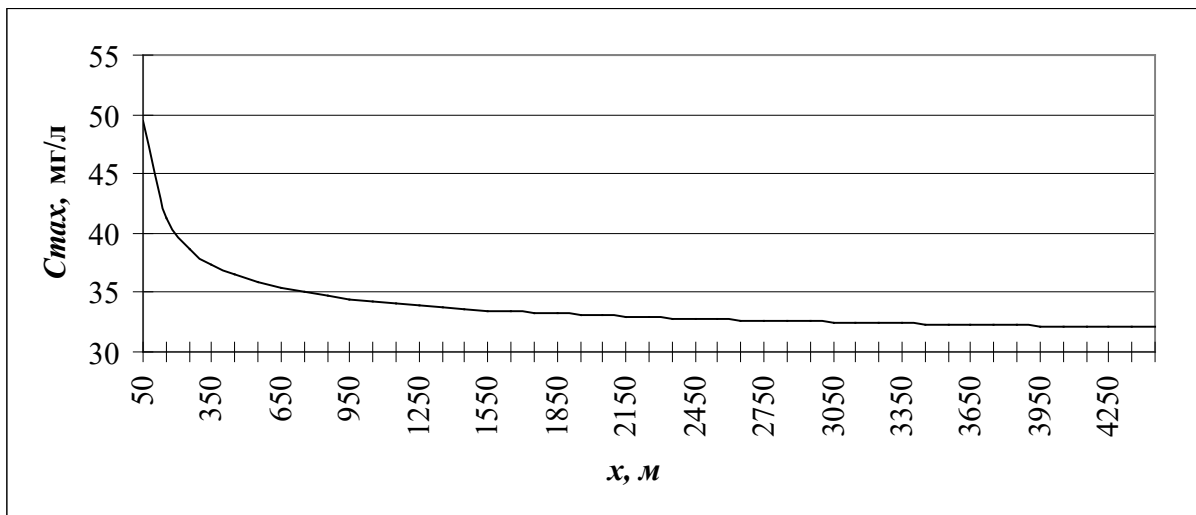
При визначенні початкової концентрації завислих речовин у безпосередній близькості до створу розробки ґрунту двома земснарядами було прийнято, що земснаряди знаходяться на однаковій відстані від берега, відстань між ними по довжині потоку складає 50 м, а короткочасні пересування робочих органів відбуваються у межах 10 м. При таких умовах



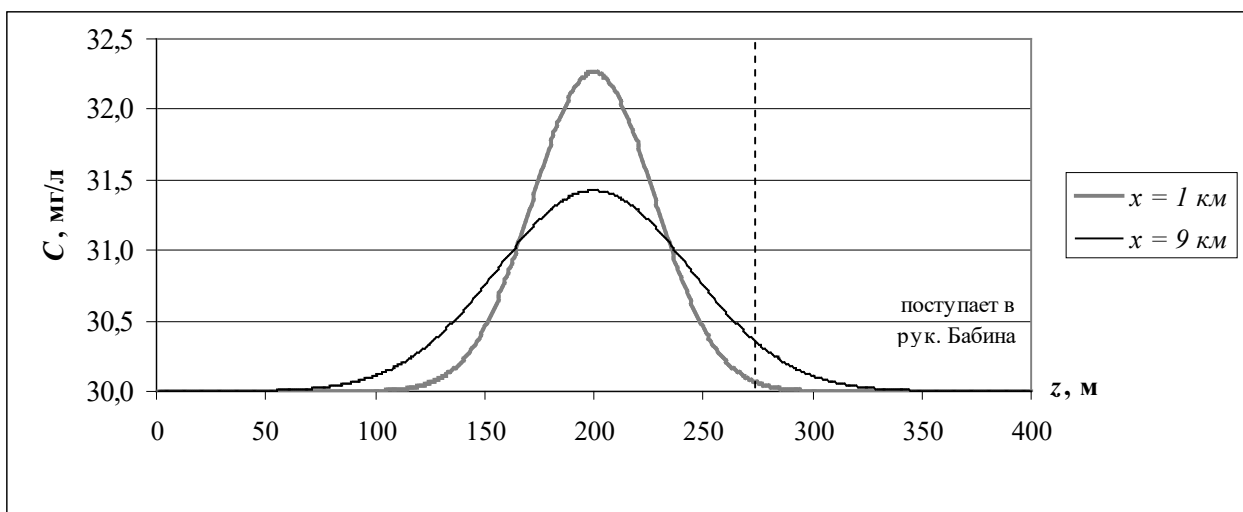
максимальна розрахункова середньогодинна концентрація завислих речовин нижче створу розробки ґрунту складала  $50 \text{ мг/дм}^3$  з урахуванням фонового вмісту у воді завислих речовин, прийнятого для умов літньої межени рівним  $30 \text{ мг/дм}^3$ .

Результати розрахунків поширення шлейфу підвищеної мутності води нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт на ділянках русла Кілійського і Старостамбульського рукавів, виконаних за методикою, описаною у розділі 6, наведені на рисунках 9.57 – 9.59.

Розрахунки показали, що для умов мінімальної річної витрати 95 % забезпеченості і одночасної роботи на перекаті двох поруч розташованих земснарядів підвищення концентрації завислих речовин у воді Кілійського рукава по осі шлейфу підвищеної каламутності вже на відстані 50 м від земснарядів не перевищує  $20 \text{ мг/дм}^3$ , на відстані 100 м –  $10 \text{ мг/дм}^3$ , а на віддаленні від місця проведення робіт  $>1 \text{ км}$  – на  $2,7 \text{ мг/дм}^3$ . (рис. 9.57).



**Рисунок 9.57 – Динаміка зниження максимальної концентрації завислих речовин уздовж осі забрудненого струменя води по мірі віддалення від місця роботи земснарядів**



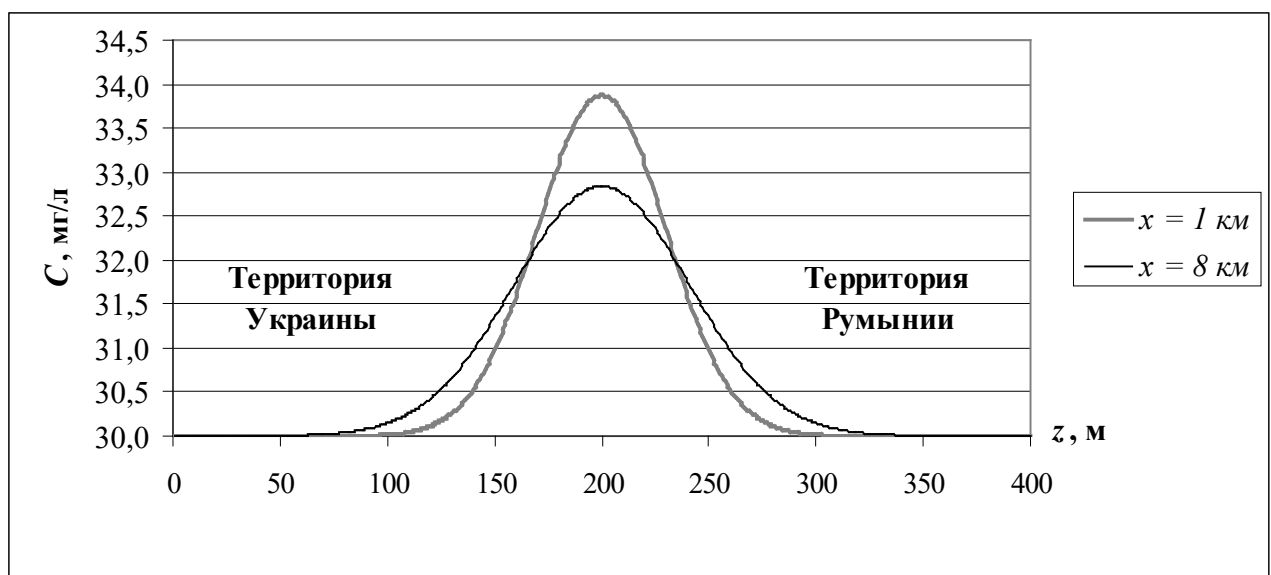
**Рисунок 9.58 Розрахунковий розподіл тонкодисперсних завислих речовин у поперечному перерізі русла Кілійського рукава на відстанях 1 і 9 км від двох земснарядів, що розробляють перекат на 47 км траси ГСХ.**



З рис. 9.58 видно, що за результатами проведених розрахунків вміст у воді концентрації тонкодисперсних завислих речовин у Кілійському рукаві внаслідок проведення днопоглиблювальних робіт на відстані 1 км нижче за течією від місця одночасної роботи двох земснарядів перевищуватиме фонове значення ( $30 \text{ мг/дм}^3$ ) менш ніж на  $2,5 \text{ мг/дм}^3$  вздовж осі шлейфу підвищеної мутності. На відстані 9 км, в місці відгалуження рукава Бабина, це перевищення складе менше  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ . Такі перевищення не можуть істотно впливати на якість води і умови відтворення популяцій риб.

Основна маса зависей, що потрапляють у товщу води при роботі земснарядів на фарватері, залишиться на розрахунковій ділянці Кілійського рукава в межах центрального струменю води на відстані більше 100 м від берегів. **Внаслідок цього у воді, що потрапляє з Кілійського рукава до рукаву Бабина, підвищення завислих речовин при максимальному проектному наближенні земснарядів до місця розгалуження рукавів складе менше  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ . Такий транскордонний вплив є незначним.**

У Старостамбульському рукаві єдиним місцем проведення днопоглиблювальних робіт за проектом ГСХ є місце розгалуження рукавів Старостамбульський і Бистрий на 11 км траси. На рис. 9.59 подано результати розрахунків поширення шлейфу підвищеної мутності від земснаряду, що працює в цьому місці на фарватері Старостамбульського рукава. В цьому випадку підвищення вмісту у воді тонкодисперсних завислих речовин на відстані 1 км вниз за течією не перевищить  $4 \text{ мг/дм}^3$  вздовж фарватеру, а на відстані 8 км (в місці відгалуження рукава Мусура) складе менше  $3 \text{ мг/дм}^3$ .



**Рисунок 9.59** Розрахунковий розподіл тонкодисперсних завислих речовин у поперечному перерізі русла Старостамбульського рукава на відстанях 1 і 8 км від земснаряду, що розробляє перекат на 11 км траси ГСХ.

Як і в попередньому розрахунковому випадку шлейф підвищеної мутності не наблизиться до берегів рукава на відстань менше 100 м і, таким чином, не досягне Румунського берега. **В цих умовах транскордонний вплив днопоглиблювальних робіт також є незначним.** Виконані під час досліджень за програмою комплексного екологічного моніторингу вимірювання концентрації завислих речовин на відстанях від 0,5 км і більше нижче за течією від працюючих у руслі Кілійського рукава земснарядів не виявили достовірного підвищення значень цього показника у порівнянні з контрольною точкою вище місця проведення днопоглиблювальних робіт. Це є закономірним, зважаючи на незначний передбачуваний розрахунками вплив цих робіт на мутність води в умовах Кілійського рукава у порівнянні зі значно більшими часовими і просторовими флуктуаціями концентрації завислих речовин у воді рукава (при виконанні натурних замірів фонова концентрація завислих речовин у воді досягала  $200 \text{ мг/дм}^3$ , а її коливання значно перевищували очікувані техногенні підвищення концентрації зависі).

### **Висновки до підрозділу 9.8**

Транскордонні аспекти впливу на рибу збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місця проведення днопоглиблювальних робіт можуть полягати, по-перше, у впливі на рибу збільшення концентрації завислих речовин безпосередньо у водних масах, що потрапляють на територію Румунії (прямий транскордонний вплив) і, по-друге, у пригніченні розвитку молоді риби у водотоках української частини дельти Дунаю, який викличе загальне зменшення дунайсько-чорноморських популяцій прохідних риби, а це позначиться на стані цих популяцій у всій дельті, в тому числі і у румунській частині дельти (опосередкований транскордонний вплив).

Відповідно до результатів проведених модельних розрахунків поширення нижче за течією шлейфів зависей від роботи земснарядів на критичних з точки зору можливого прямого транскордонного впливу ділянках рукавів Кілійський і Старостамбульський, збільшення концентрацій завислих речовин у водотоках на території Румунії не перевищить  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , що жодним чином не вплине на умови існування і відтворення іхтіофауни.

Вздовж вісі шлейфу підвищеної мутності води концентрація тонкодисперсних завислих речовин на відстані 1 км вниз за течією не перевищить  $4 \text{ мг/дм}^3$ , а на відстані 8 км складе менше  $3 \text{ мг/дм}^3$ . За умов звичайних фонових концентрацій завислих речовин у рукавах Дунаю таке підвищення є практично непомітним і не може справити істотного масштабного впливу на іхтіофауну, тобто **транскордонний вплив днопоглиблювальних робіт імовірно може бути лише незначним.**

### **9.9 Транскордонні аспекти впливу влаштування відвалів ґрунту, проведення днопоглиблювальних робіт і створення берегозахисних споруд на іхтіо- і орнітофауну внаслідок втрати місць їх мешкання на підставі результатів натурних досліджень**

Основний об'єм днопоглиблювальних робіт на перекатах у руслі Кілійського рукава здійснюватиметься землесосними земснарядами з прямим транспортуванням у берегові гідровідвали ґрунту. Окремі ділянки в межах перекатів зі щільними ґрунтами та/або значно віддалені від берегового відвалу передбачено розробляти багаточерпаковими земснарядами з транспортуванням у берегові гідровідвали шляхом подвійної перевалки: ґрунт піднятий земснарядом з дна навантажується на самохідні шаланди, які підвозять його у спеціально визначене мілководне місце біля берега з уповільненою течією і там розвантажують у спеціально створену заглибину, звідки цей ґрунт стаціонарним землесосним земснарядом перекачується у береговий відвал. При цьому забезпечується локалізація плями підвищеної мутності при перевалці та мінімізується додаткове пошкодження дна.

Місця розташування берегових відвалів ґрунту вздовж лівого берега Кілійського рукава та їх характеристика подана у розділі 1. Гідровідвали знаходитимуться поза межами заповідних та інших цінних природних угідь та не можуть завдати істотного негативного транскордонного впливу.

Використання руслових гідровідвалів не передбачено

До берегозахисних споруд включено струмененапряму дамбу на лівому березі Старостамбульського рукава перед відгалуженням рукава Бистрий та чотири ділянки берегоукріплення, з яких ділянки №№ 1 і 2 знаходяться на розвилці рукавів Бистрий і Старостамбульський (див. рис. 3.7), а №№ 3 і 4 – нижче за течією вздовж берега рукава Бистрий. Останні дві ділянки не віднесені до першочергових об'єктів будівництва, а їх необхідність та остаточна конфігурація уточнюватимуться за результатами моніторингу. Берегоукріплення конструктивно являє собою буни з кам'яного накиду по шару щебеню, які мають відхиляти потік води від берегу.

**Іхтіологічні дослідження**, проведені у 2005-2008 рр., показали, що головний вплив днопоглиблення, створення берегозахисних споруд й складування ґрунтів при відновленні ГСХ може чинитися на кормову базу риб і, у меншому ступені, на їхню ранню молодь. Однак бентосні угруповання достатньо швидко відновлюються, а вплив підвищеної кількості завислих речовин на зоо- та фітопланктон може мати лише локальне значення, оскільки планктонні угруповання вельми динамічні.

Заходи з берегоукріплення передбачені на ділянках, які мають ознаки загрози розмиву внаслідок природних процесів розвитку рукава Бистрий. Тому пошкодження угруповань

бентосу і прибережних біоценозів в межах цих ділянок є імовірним і при відмові від запланованої діяльності. Такі ділянки звичайно мають слаборозвинений бентос і не є привабливими для риб та птахів, тому їх як природне, так і техногенне пошкодження не може призводити до істотних негативних впливів на іхтіо- і орнітофауну, тим більше у транскордонному контексті.

Ділянки перекатів у руслі Кілійського рукава, де зосереджено основний обсяг робіт з днопоглиблення, також, як правило, мають слаборозвинений зообентос, оскільки для цих ділянок характерні підвищені швидкості течії та періодичне перевідкладення донних наносів (переважно піску) .

Про це свідчать результати посезонних досліджень макрзообентосу, проведених з жовтня 2004 р. по листопад 2005 р. Частина цих результатів, а саме результати аналізу проб бентосу, відібраних вздовж фарватеру рукавів, по яких проходить траса ГСХ, подано у таблиці 9.16.

З таблиці видно, що проби, відібрані з перекатів і з інших ділянок русла, що мають аналогічні умови (глибини 5-8 м), здебільшого є досить бідними у кількісному відношенні незалежно від того, проводились на цих ділянках днопоглиблювальні роботи, чи ні. В той же час, достовірно оцінити вплив днопоглиблювальних робіт на розвиток бентосу за наведеними результатами експедиційних досліджень неможливо, зважаючи на притаманну бентосним угрупованням мозаїчність і практичну неможливість точного дотримання просторової ідентичності місць відбору проб у різні сезони.

З врахуванням цього, після поновлення днопоглиблювальних робіт на перекатах у наступних експедиціях за програмою Комплексного екологічного моніторингу передбачено проведення паралельного відбору проб бентосу з відносно близько розташованих вздовж фарватеру парних ділянок, на одних з яких проводилося днопоглиблення, а на других – ні.

**Таблиця 9.16 – Результати досліджень розвитку організмів макрозообентосу у рукавах дельти р. Дунай в межах траси ГСХ за програмою комплексного екологічного моніторингу довкілля**

№ станції	Назва станцій	Глибина, м	Субстрат	Чисельність і біомаса основних груп організмів макрозообентосу (над ризикою – чисельність (екз/м <sup>2</sup> ), під ризикою – біомаса (г/м <sup>2</sup> ).													
				Загальна	Oligochaeta	Polychaeta	Gammaridae	Corophiidae	Misidacea	Cumaceae	Isopoda	Bivalvia	Gastropoda	Chironomidae	Ceratopogonidae	Heteroptera	Trichoptera
<b>Жовтень-листопад 2004 р.</b>																	
S14	рукав Кілійський, вище м. Ізмаїл, 103 км	16	пісок	<u>13900</u> 144,36	<u>5300</u> 8,3		<u>6380</u> 23,56						<u>2220</u> 112,5				
S13	нижче м. Ізмаїл, 89,9 км	16	пісок	<u>20500</u> 34	<u>17300</u> 16,3								<u>3200</u> 17,7				
S12	рукав Кілійський, вище м.Кілія, 49 км	6	глина і пісок	<u>17300</u> 412,34	<u>5400</u> 5,5							<u>100</u> 24,74	<u>11800</u> 382,1				
S11	рукав Кілійський нижче м.Кілія, 39 км	16	глина	<u>2000</u> 148,9			<u>320</u> 2,7					<u>1680</u> 146,2					
S10	рукав Кілійський нижче м.Кілія, 32 км	6-8	пісок	<u>22000</u> 1314,3	<u>20400</u> 13,1								<u>1600</u> 1301,2				
S09	рукав Кілійський, вище м.Вилкове, 21 км	7-12,5	пісок	–													
S05	рукав Бистрий виток, 9,3 км			<u>7000</u> 75,9				<u>6800</u> 3,8				<u>200</u> 72,1					
S04	рукав Бистрий, гирло, 0 км	5	мулистий пісок	–													
<b>Травень 2005</b>																	
4	рукав Кілійський, вище м. Ізмаїл, 103 км	5	пісок	<u>160</u> 2,26	–	–	<u>160</u> 2,26										
7	нижче м. Ізмаїл, 89,9 км	5	мул	<u>440</u> 0,58	<u>320</u> 0,42	<u>100</u> 0,12	–	<u>20</u> 0,04									
8	нижче м. Ізмаїл, 78 км	8	пісок	<u>1360</u> 6,1	<u>820</u> 0,6	<u>440</u> 0,3	<u>80</u> 3,26	<u>20</u> 1,94									
9	I перекач, 69 км	9	пісок	<u>340</u> 2,92	<u>320</u> 0,22	–	–	–				–	–	<u>20</u> 2,7	–	–	–



Продовження таблиці 9.16

№ станції	Назва станцій	Глибина, м	Субстрат	Чисельність і біомаса основних груп організмів макрозообентосу (над рисою – чисельність (екз/м <sup>2</sup> ), під рисою – біомаса (г/м <sup>2</sup> ).														
				Загальна	Oligochaeta	Polychaeta	Gammaridae	Corophiidae	Misidacea	Cumaceae	Isopoda	Bivalvia	Gastropoda	Chironomidae	Ceratopogonidae	Heteroptera	Trichoptera	
7	65,5 км, місце роботи "Е.Колодочка"	7		$\frac{40}{0,24}$	$\frac{40}{0,24}$													
9	Нижче м. Кілія, 39 км	17,5		$\frac{1100}{5,43}$	$\frac{60}{0,02}$		$\frac{820}{4,98}$	$\frac{80}{0,03}$										$\frac{140}{0,4}$
10	Нижче м. Кілія, 32 км	8		$\frac{440}{28,92}$	$\frac{170}{1,89}$		$\frac{20}{0,045}$	$\frac{10}{0,005}$			$\frac{10}{0,01}$	$\frac{20}{3,6}$	$\frac{50}{22,4}$					$\frac{160}{0,97}$
11	Вище м. Вилкове, 21 км	16		$\frac{340}{2,15}$	$\frac{120}{0,04}$		$\frac{180}{2,08}$							$\frac{40}{0,03}$				
15	Бистрий, 0 км	4,5		$\frac{1705}{9,25}$		$\frac{6}{0,05}$	$\frac{1666}{8,8}$					$\frac{33}{0,4}$						
16	Бистрий, "- 0,5" км	5,5		$\frac{40}{0,04}$		$\frac{20}{0,02}$	$\frac{20}{0,02}$											
17	Бистрий, "- 1" км	10		$\frac{60}{0,12}$		$\frac{60}{0,12}$												
18	Бистрий, 0,5 км	6		$\frac{60}{0,24}$		$\frac{40}{0,18}$	$\frac{20}{0,06}$											
19	Бистрий, 2 км	10		$\frac{1880}{4,964}$			$\frac{840}{3,6}$	$\frac{1000}{1,3}$	$\frac{20}{0,04}$			$\frac{20}{0,024}$						
22	Старостамбульський, 11 км	9		$\frac{760}{4,92}$	$\frac{720}{4,86}$		$\frac{40}{0,06}$											
<b>Листопад 2005 р.</b>																		
4	рукав Кілійський, вище м. Ізмаїл, 103 км			$\frac{60}{0,88}$			$\frac{60}{0,88}$											
5	нижче м. Ізмаїл, 89,9 км			$\frac{120}{0,316}$	$\frac{40}{0,02}$	$\frac{40}{0,006}$	$\frac{20}{0,28}$							$\frac{20}{0,01}$				
7	69 км вище роботи з/с			$\frac{440}{0,07}$	$\frac{180}{0,01}$			$\frac{20}{0,03}$			$\frac{40}{0,01}$			$\frac{200}{0,02}$				
6	69 км, пережат			$\frac{460}{1,962}$	$\frac{20}{0,002}$		$\frac{200}{1,88}$	$\frac{180}{0,06}$						$\frac{60}{0,02}$				





В межах узмор'я ділянки, де щорічно повторюються днопоглиблювальні роботи та дампінг, розташовані в межах морського підхідного каналу (МПК) та морського гідровідвалу (МГ). Узагальнені дані моніторингу щодо гранулометричного складу і забруднення ґрунтів днопоглиблення, складованих на МГ, наведено у табл. 9.17 і 9.18.

**Таблиця 9.17 – Узагальнений гранулометричний склад ґрунтів днопоглиблення**

Гранулометричний склад ґрунтів днопоглиблення, %											Густина, г/см <sup>3</sup>
>10мм	>5мм	>2мм	>1мм	>0,5мм	>0,25мм	>0,10мм	>0,05мм	>0,01мм	>0,005мм	<0,005мм	
0,1	0,2	0,2	2,1	1,5	17,1	63,2	6,5	4,2	0,8	2,7	1,40

**Таблиця 9.18 Узагальнена характеристика вмісту забруднюючих речовин у ґрунтах днопоглиблення**

Вміст забруднюючих речовин у ґрунтах днопоглиблення, мг/кг					
нафтопродукти	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn
78	0,088	0,34	15,0	11,5	45,1

Наведені дані свідчать про те, що основну масу ґрунтів днопоглиблення, складованих на МГ, складає фракція піску, а загальне забруднення цих ґрунтів токсичними речовинами є незначним.

У травні 2008 р. у межах МПК було відібрано проби на трьох станціях. Станція 1 була розташована безпосередньо в місці днопоглиблювальних робіт, станція 3 – у МПК далі за течією, а станція 2, також на МПК, але на значній відстані у бік моря від району днопоглиблювальних робіт. Досліджуваний район характеризувався бідністю кількісних і якісних показників розвитку макрозообентосу. Усього було визначено 3 таксони, черв'як – 2 види, ракоподібних – 1, середня чисельність (N) складала 50 екз./м<sup>2</sup>, а біомаса (B) – 0,26 г/м<sup>2</sup> (табл. 9.19).

На станції дампінгу – 9 організми макрозообентосу не були знайдені, що є наслідком звалювання ґрунту від днопоглиблення МПК.

Таблиця 9.19 – Результати досліджень макрозообентосу у травні 2008 р.

Таксони	Морський підхідний канал ГСХ						Дампінг		У середньому по району	
	ст. 1 (днопоглиблення)		ст. 2		ст. 3		ст. 9			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Polydora ciliata</i>	0	0	40	0,12	0	0	0	0	10	0,03
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	80	0,24	0	0	0	0	20	0,06
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	40	0,28	0	0	40	0,4	0	0	20	0,17
Усього	40	0,28	120	0,36	40	0,4	0	0	50	0,26
Кількість таксонів	1		2		1		0		1	

У вересні 2008 р. у районі МПК, ділянки будівництва мілководного фрагменту північної огорожувальної дамби та у місці морського гідровідвалу було відібрано 6 проб макрозообентосу. Результати досліджень наведено у таблиці 9.20.

Таблиця 9.20 – Якісний склад, чисельність (N, екз./м<sup>2</sup>) і біомаса (B, г/м<sup>2</sup>) макрозообентосу в районі узмор'я біля гирла рукава Бистрий у вересні 2008 р.

Таксони	Дамба		Будівництво дамби				МПК				Дампінг		Середнє	
	ст.1		ст.2		ст.3		ст.7		ст.8		ст.9			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Neanthes succinea</i>	680	6,64	0	0	0	0	0	0	0	0	380	2,01	177	1,442
<i>Polydora ciliata</i>	40	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	1830	1,64	312	0,28
<i>Oligochaeta g. sp.</i>	0	0	0	0	80	1,44	0	0	0	0	60	0,05	23	0,248
<i>Pontogammarus maeoticus</i>	0	0	2000	5,6	2720	24	0	0	0	0	0	0	787	4,933
<i>Kellya suborbicularis</i>	120	1,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,32
<i>Anadara inaescivalvis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	261,4	13	43,57
<i>Mya arenaria</i>	0	0	40	10,08	0	0	0	0	0	0	30	73,11	12	13,87
<i>Prionospio cirrifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0,08	10	0,013
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0,1	13	0,017
<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0,21	10	0,035
<i>Melinna palmata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	7,83	63	1,305
<i>Nephtis gombergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	8,64	25	1,44
<i>Harmathoe imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0,29	10	0,048
Усього	840	8,6	2040	15,68	2800	25,44	0	0	0	0	3170	355,4	1475	67,52
Кількість таксонів	3		2		2		0		0		11		13	

Чисельність і біомаса організмів бентосу збільшувалася від ст. 1 (дамба), поблизу місця днопоглиблювальних робіт, до ст. 3, тобто у напрямку послідовного віддалення станцій від району днопоглиблення у бік берега.

На ст. 7 і 8 у межах ділянки МПК, де відбувалося днопоглиблення, макрзообентос був повністю відсутній.

У районі МГ (ст. 9) на відміну від стану навесні цього ж року макрзообентос мав багатий видовий склад, високі чисельність і біомасу.

За результатами гідробіологічних досліджень можна зробити висновок щодо слабого розвитку бентосу у межах МПК унаслідок періодичного відкладання і перевідкладання донних наносів та повторюваних днопоглиблювальних робіт і втрати значення цієї ділянки для нагулу риби. Однак, площа цієї ділянки у порівнянні з усією площею барової зони рукава Бистрий складає лише близько 5%, а у порівнянні з зоною нагулу у межах узмор'я дельти висування Кілійського рукава – менше 0,5%. **Таким чином, вплив повторюваних експлуатаційних днопоглиблювальних робіт у межах МПК на кормову базу риб є локальним і не може розцінюватися як імовірний значний у транскордонному аспекті.**

У межах МГ відзначено мозаїчність розвитку бентосу, яку слід вважати наслідком нерівномірного звалювання ґрунту в межах звалища у часі (що відповідає проектним рішенням щодо послідовного почергового заповнення території звалища) і про відносно швидке відновлення бентосу після дампінгу, завдяки чому **вплив дампінгу на розвиток бентосу є локальним, не має ознак кумуляції і не може розцінюватися як імовірний значний у транскордонному аспекті.**

Прямий вплив розробок ґрунту і дампінгу на оцінено як відносно незначний, якщо ці роботи не проводяться в місцях нересту у нерестовий період. Такі місця розташовані вище за течією від вершини дельти Дунаю, тобто за межами траси ГСХ Дунай – Чорне море.

Дія шумових ефектів і скаламучення води на заходження оселедця з моря до рукавів носить локальний характер. Хомінг оселедця недостатньо добре вивчений, зокрема щодо дії таких факторів, як градієнти солоності та швидкості течії (які у гирлі рукава Бистрий зазнаватимуть змін внаслідок спорудження МПК), але немає підстав вважати, що при неможливості плідникам оселедця зайти у ріку одним гирлом вони не можуть скористатися сусіднім. Те ж саме можна сказати щодо плідників осетрових.

За результатами іхтіологічного моніторингу у цілому не встановлено суттєвого впливу робіт, пов'язаних з діяльністю по відновленню ГСХ, на стан популяцій прохідних та туводних видів риб. Негативний вплив днопоглиблення на промисел оселедця оцінено як локальний. На їх думку, зниження інтенсивності лову на окремих ділянках ріки

внаслідок судноплавства і днопоглиблювальних робіт може чинити й позитивний вплив на захід плідників оселедця. У цілому, відновлювальні і експлуатаційні роботи на трасі ГСХ, а також навігація, не виключають можливості використання різних ділянок суднового ходу для ведення промислу риби, як це було зокрема доведено у минулі часи, коли рукав Бистрий був судноплавним.

Для мінімізації можливого негативного впливу робіт з відновлення і експлуатації ГСХ на популяції прохідних риб передбачено такі заходи:

- обмеження гідротехнічних робіт у період масового нерестового ходу (квітень-травень) і забезпечення перерв у роботі у дні найбільш інтенсивного ходу оселедця;
- припинення чи обмеження обсягів днопоглиблювальних робіт на період піку скату молоді (від реєстрації початку масового скату молоді до проходження його максимуму);

Враховуючи вищевикладене, імовірний транскордонний вплив ГСХ на **іхтіофауну** через втрату місць мешкання риб може бути лише **незначним**.

**Результати орнітологічних досліджень** фахівців Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), виконаних за Програмою комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море, засвідчили що у весняний період приморські дельтові угіддя, у тому числі і район рукава Бистрий, мають невелике значення для мігруючих водоплавних та гніздових птахів. Вони, як відомо, у цей час притримуються внутрішніх водойм, де існують найбільш оптимальні умови для живлення. Основу мігруючих узмор'ям птахів складають Мартинові *Laridae*, в першу чергу, жовтоногий *Larus cachinnans*, звичайний *L. ridibundus* та малий *L. minutus* мартини, частково – кулики, у першу чергу, „червонокнижний” кулик-сорока *Haematopus ostralegus*. Ніяких змін у чисельності та розміщенні птахів в період весняної міграції в районі ГСХ, пов'язаних з діяльністю з відновлення судноплавства по рукаву Бистрий, не спостерігалось.

На косі Пташина – дельтовому новоутворенні у районі гирла рукава Бистрий – у роки, що передували початку робіт з будівництва морського підхідного каналу ГСХ, існували одні з найбільших у дельті Дунаю колоніальні гніздові поселення наземних гніздових птахів, головним чином, жовтоногого мартина, річкового *Sterna hirundo* та рябодзьобого *Thalasseus sandvicensis* крячків. У 2004 році успішність розмноження колоніальних видів птахів на цій косі різко впала (у 9-15 разів). Для рябодзьобого крячка – основного колоніального виду приморських кіс переднього краю дельти – вона в 2004 році була на рівні 3-5% проти звичайних 50-70% в попередні роки. Для річкового крячка – другого за чисельністю виду, цей показник був дещо вищим - 7-10% проти звичайних 60-80%. Відповідно до висновку з акту огляду коси Пташиної, найбільш імовірною причиною

невдалого розмноження і подальшої зміни місця гніздування слід вважати штормові явища, що мали місце у період насиджування яєць (ці явища є природним чинником, який нерідко приводить до знищення кладок на косах, унаслідок чого у птахів, що гніздяться в таких біотопах, розвинулася здібність до повторного відкладання яєць), але не можна цілком виключити й дію фактора турбування, викликаного виконанням днопоглиблювальних робіт на барі рукава Бистрий на віддаленні 500 м від коси. Починаючи з 2005 р., спостерігалось поступове зменшення колоній, а у 2008 р вони повністю зникли. Причина зникнення колоній, за висновком орнітологів, – прогресивне обміління акваторії між основним дельтовим островом Кубану та Пташиною косою, яке вже з зими 2007-08 років, призвело до доступності території коси для наземних хижаків (лисиці і собаки єнотоподібного) та кабана дикого. Таке сусідство в природі в умовах дельти Дунаю виявилось неможливим. У результаті, птахи вимушені були покинути традиційні місця гніздування.

Види дисперсно-гніздових куликів, які є більш толерантними до присутності наземних хижаків, продовжують гніздитись на косі в звичайній кількості.

В плані вивчення впливу гідротехнічного будівництва та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на колоніальні поселення птахів на косі Пташиній, важливим є визначення співвідношення природних і штучно викликаних процесів еволюції коси. Результати відповідних модельних досліджень викладено вище у підрозділі 9.3.3.

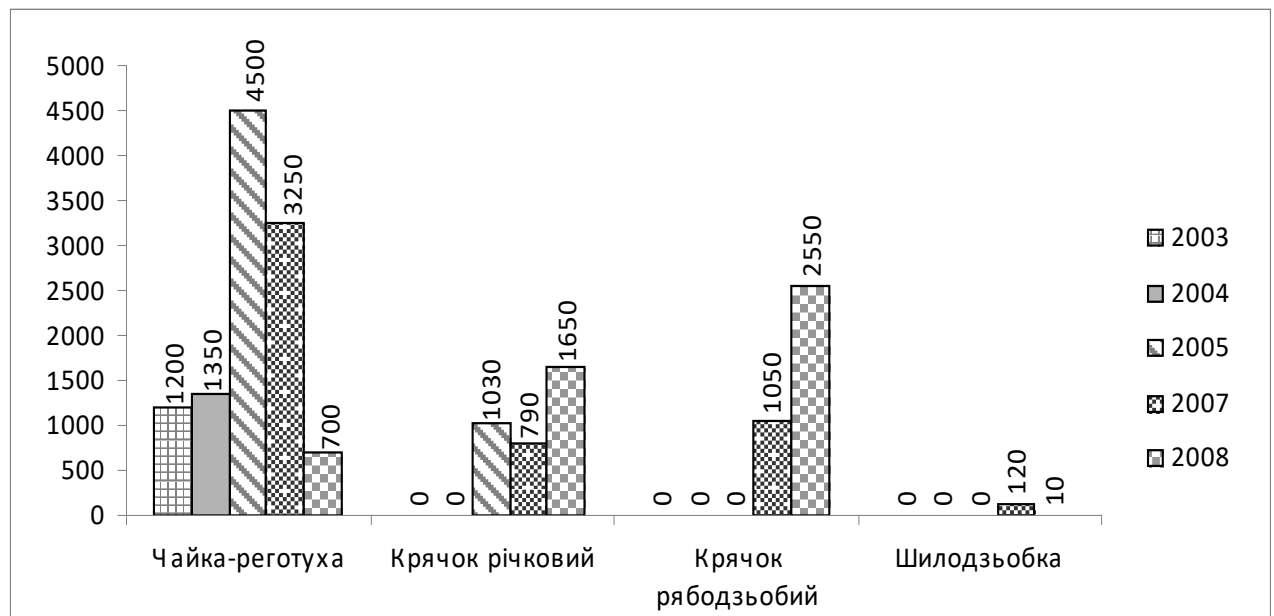
За останні десятиліття в українській частині дельти Дунаю основні місця колоніальних поселень цієї групи птахів змінювалися декілька разів. Це свого часу були та є в теперішній час приморські коси Перебійна, Таранова, Потапова (Дальня), Пташина та Нова Земля. На Потаповій, Тарановій та Пташиній косах колонії зникли по причині їх з'єднання з основними островами. При цьому, у випадку відновлення ізоляції, колонії на них також відновлювалися, як це мало місце з Тарановою косою в 2007 та 2008 роках.

На Перебійній косі, що залишається ізолюваною на протязі десятків років, колонії зникли в результаті її інтенсивного заростання, що зробило можливим постійне мешкання тут собаки єнотоподібного та, частково, дикого кабана. Ці ссавці потрапляли на косу переважно в зимовий період по льоду.

З Пташиної коси колонії перемістилися на інші території – Нову Землю та Таранову косу – території, що розташовані неподалік коси Пташиної (табл. 9.21). Про це свідчить як динаміка їх чисельності на Новій Землі, так і поява на гніздуванні на цій території шилодзьобки та крячка рябодзьобого (рис. 9.60).

**Таблиця 9.21 – Порівняльна характеристика масових колоніальних поселень птахів в морській дельті Кілійського рукава**

Вид	Кількість у 2008 році, у парах			Загальна кількість у 2005 р., у парах (включаючи косу Пташину)
	на Тарановій косі,	на Новій Землі,	загальна	
Чайка-реготуха	75	≈ 700	≈ 775	≈ 4980
Мартин каспійський	2	≈ 50	≈ 52	0
Крячок річковий	≈ 550	≈ 1650	≈ 2200	≈ 2340
Крячок рябодзьобий	≈ 800	≈ 2550	≈ 3350	≈ 2160
Крячок малий	20	0	20	0
Шилодзьобка	6	10	16	2
Кулик-сорока	2	1	3	0
Побережник малий	10	2	12	0
Загальна кількість	≈ 1465	≈ 4963	≈ 6428	≈ 9480



**Рисунок 9.60 Порівняльна характеристика масових колоніальних видів птахів за період 2003-2008 рр. на острові Нова Земля.**

В цілому кількість колоніальних птахів, що гніздуються наземно, в приморській частині дельти у 2007-2008 роках залишалася практично на одному й тому ж рівні і становила біля 6400 пар.

Через зону ДБЗ, в тому числі і через рукав Бистрий проходить один з найбільших міграційних шляхів птахів, який сполучає Європу, Азію та Африку. Зручні місця для відпочинку, добра харчова база дає затишок тисячам особин, особливо навколводним, водоплавним та горобиним видам птахів. Чисельність фонових водоплавних та навколводних птахів у післягніздових сезонних скупченнях у ДБЗ з року в рік змінюється

в широких рамках Це пов'язано в першу чергу з кліматичними умовами, наявності сприятливої харчової бази, фактору занепокоєння. Основу масових сезонних скупчень в дельті Дунаю вже в середині серпня складає місцевий молодняк птахів та мігруючі птахи, кількість та концентрація яких на пряму залежить від кліматичних умов.

Різке зниження долі великого баклану в сезонних скупченнях в районі рукава Бистрий можна пояснити тим, що птахи для відпочинку стали значно активніше використовувати територію коси Нова Земля. Причиною такого перерозподілу могла стати зміна територій харчування та фактор занепокоєння. Доля крижня в сезонних скупченнях стала зростати (з 22,40% до 74,30%). В результаті обміління кута Бистрого та його заростання водяною рослинністю покращилась харчова база цього виду. З цієї же причини в сезонних концентраціях виросла доля пеліканів, чапель та куликів.

Подальше обміління кута Бистрий та заростання водяною рослинністю може призвести до зменшення придатних місць харчування цілого ряду видів птахів.

### **Висновки до підрозділу 9.9**

За результатами натурних досліджень за Програмою комплексного екологічного моніторингу довкілля встановлено, що ділянки русла, де зосереджується проведення робіт з днопоглиблення і берегоукріплення – а саме, перекати і берегові укуси, що розмиваються, – піддаються перманентному переформуванню в природних умовах, внаслідок чого характеризуються слабозвиненим у кількісному відношенні макрзообентосом і не мають великого значення як місця харчування і мешкання риб та птахів. **Отже, їх як природне, так і техногенне пошкодження не може призводити до істотних негативних впливів на іхтіо- і орнітофауну, тим більше у транскордонному контексті.**

Результати комплексу фауністичних досліджень, виконаного за період від початку робіт з відновлення судноплавства в українській частині дельти Дунаю, вказує на відсутність істотного транскордонного впливу на іхтіо- та орнітофауну, викликаних проведенням будівельних робіт та низьку імовірність виникнення таких впливів у подальшому, враховуючи встановлені сезонні та просторові обмеження на проведення таких робіт, а також відмову від використання берегових відвалів на о. Єрмаків і руслових підводних відвалів у Кілійському рукаві.

В той же час, результати досліджень вказують на актуальність поглибленого розгляду доцільності запровадження заходів зі штучного підтримання оптимальних глибин у районах кута Бистрого.

Запропоновано також запровадження заходів щодо повної ренатуралізації о. Єрмаків з поверненням стану природного прируслового острова з незарегульованим гідрологічним

режимом, розчищення каналу Восточний - Ананькин кут та рукава Рибачий жолобок, що вважається ними найбільш суттєвою компенсацією можливих локальних збитків фауни ДБЗ від будівництва ГСХ Дунай-Чорне море.

#### **9.10 Аналіз структури можливих транскордонних кумулятивних впливів судноплавства, втрат місць мешкання та/або турбування на життя риб і птахів та оцінка ефективності пом'якшувальних заходів**

У висновках Комісії із запиту Конвенції Еспоо щодо імовірного транскордонного негативного впливу ГСХ Дунай – Чорне море зазначено, що кумулятивні впливи судноплавства, втрат місць мешкання та/або турбування на життя риб і птахів імовірно можуть бути значними за масштабами у довгостроковій перспективі [13].

У випадку ГСХ діючими факторами кумулятивного впливу у довгостроковій перспективі можуть бути як фактори повторюваного впливу, безпосередньо пов'язані з експлуатацією ГСХ (судноплавство і ремонтне днопоглиблення), так і фактори постійного впливу (змінені морфологічні і гідрологічні параметри рукавів і прилеглої ділянки узмор'я), що виникли внаслідок робіт будівельного періоду – днопоглиблення на перекатах рукавів і у зоні морського бару та створення гідротехнічних споруд.

При оцінці спільного впливу різних факторів має бути врахована можливість різних сценаріїв їх взаємодії: незалежна дія, проста сумація, взаємне підсилення або послаблення. Реакція біологічних об'єктів на постійну або повторювану дію факторів впливу також може бути різною: величина відгуку може мати постійний рівень, може з часом зменшуватися (ефект звикання) або збільшуватися (ефект виснаження захисних механізмів).

Складність структури кумулятивних впливів приводить до задачі комплексної оцінки кумулятивного впливу, яку доцільно вирішувати за допомогою методу аналізу ієрархій, розробленого Т. Сааті і адаптованого нами для завдань оцінки впливу ГСХ на навколишнє середовище. Завдання аналізу полягало у виявленні найбільш значущих факторів та джерел кумулятивного впливу на біоту у період експлуатації ГСХ і визначенні найбільш ефективних заходів для його мінімізації у відповідності до основної мети – екологічної безпеки ГСХ у період експлуатації за умов кумулятивного впливу на біологічні об'єкти у дельті Дунаю.

Результати проведених оцінок наведені у підрозділі 5.5

За результатами проведеного аналізу імовірного кумулятивного впливу ГСХ на біоту дельти Дунаю з застосуванням методу аналізу ієрархій визначено фактори та джерела впливу, від яких більш усього залежить екологічна безпека при кумуляції впливів, та



виділено найбільш ефективні заходи щодо запобігання кумуляції впливів та забезпечення екологічної безпеки експлуатації ГСХ, що у подальшому дозволить найбільш цілеспрямовано та раціонально витратити зусилля на реалізацію комплексних природоохоронних заходів у дельті Дунаю.

Найбільш ефективним заходом за результатами аналізу виявилось компенсаційне відновлення місць мешкання на північних ділянках ДБЗ, де відбулася деградація біоценозів внаслідок спільної дії процесів природної еволюції дельти і господарської діяльності з підтримання судноплавства по рукавах. Другим за ефективністю визначено створення струмененапрямної дамби в місті відгалуження рукава Бистрий, яка має запобігати техногенному перерозподілу стоку між рукавами Бистрий і Старостамбульський. На третьому місці за ефективністю знаходиться відновлення природної рослинності прируслових валів рукава Бистрий, деградованої внаслідок природних процесів розвитку цього рукава. Цей засіб дозволить зберегти місця мешкання тварин по берегах рукава.

Досить ефективними визнані обмеження днопоглиблювальних робіт у період нересту, скату молоді риби і гніздування птахів, а також розкриття бару рукава Старостамбульський.

Останній захід є допоміжним (або альтернативним) по відношенню до будівництва струмененапрямної дамби, оскільки також збільшує витрати у Старостамбульському рукаві. У цьому ж контексті може розглядатися і пропозиція щодо розкриття бару рукава Мусура. Однак ці заходи можуть викликати власні негативні впливи на біоту гирл цих рукавів і коси Нова земля, розташованих поблизу кордону з Румунією, тому їх доцільність має визначатися з урахуванням позиції Румунської сторони.

## **10 ТРУДНОЩІ, ВИЯВЛЕНІ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ЗВІТУ З ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ**

Частина труднощів пов'язана з недостатньою деталізацією деяких аспектів проектування планованої діяльності, що є типовим для стадії ТЕО.

Певні прогалини у знаннях щодо можливого поступового розвитку змін факторів довкілля внаслідок кумулятивного впливу коливань кліматичних умов та техногенних чинників можуть бути заповнені лише за результатами проведення багаторічних досліджень в рамках післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.

При моделюванні процесів перенесення наносів уздовжбереговими течіями та морфологічних змін морської акваторії біля переднього краю дельти виявлено брак регулярних промірів глибин масивів перехідних вод та узмор'я між рукавами Очаківський та Старостамбульський.

**11 ЗАУВАЖЕННЯ І ПРОПОЗИЦІЇ, НАДАНІ В ПРОЦЕСІ ГРОМАДСЬКОГО ОБГОВОРЕННЯ ТА КОНСУЛЬТАЦІЙ З ЗАЧЕПЛЕНОЮ СТОРОНОЮ ДО ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ОБСЯГУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РІВНЯ ДЕТАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ПІДЛЯГАЄ ВКЛЮЧЕННЮ ДО ЗВІТУ З ОВД**

**11.1 Таблиця врахування зауважень та пропозицій громадськості до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації**

**Таблиця 11.1 – Врахування зауважень та коментарів, наданих громадськістю щодо обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти»**

Ін-декс	Зауваження чи пропозиція	Врахування у Звіті з ОВД
1	2	3
<b>Пропозиція експерта міжнародного класу з управління водно-болотними угіддями, к.б.н. Жмуд М. Е.</b>		
Ж1	Альтернативою реконструкції ГСХ по гирлу Бистрому, в першу чергу дамб в його баровій зоні, може бути створення в українській частині дельти Дунаю портово-промислового комплексу з використанням придунайського водосховища/лиману Сасик. Для визначення доцільності побудови в баровій частині Бистрого провірених віковою практикою в умовах дельти Дунаю парних молів. Оцінку по гирлу Бистре (аналог румунська Суліна) дасть попередні фінансово-господарські орієнтири економічної доцільності таких робіт.	Враховано частково. Порівняння альтернативних варіанти трас ГСХ за екологічними критеріями наведено у підрозділі 2.1. Проведення фінансово-економічних оцінок варіантів виходить за межі ОВД.
<b>Зауваження та пропозиції директора Дунайського біосферного заповідника Олександра Волошкевича</b>		
B1	В «Повідомленні» не зрозуміло, в чому суть реконструкції північної огорожувальної дамби. Будівництво існуючої дамби визнано помилковим. Через це пропонується побудувати фактично нову, вже пряму дамбу При цьому в створюваний, ізолюваний вже двома дамбами простір, пропонується скинути ґрунт від днопоглиблення, в результаті чого створиться ділянка суші площею більше 50 га. Подальше використання цієї ділянки суші і викликає найбільше занепокоєння адміністрації ДБЗ. Для компенсації збитку, який був завданий гніздовим комплексам птахів необхідно на цій ділянці створити певні умови для гніздування птахів.	Враховано частково. Опис параметрів запроєктованих дамб поруч з морським підхідним каналом наведено у пункті 1.3.2 та підрозділі 1.4. Оцінка можливості та доцільності використання міждамбового гідровідвалу ґрунту для гніздування птахів буде проведена після його заповнення при розробці проєкту рекультивації.
B2	В «Повідомленні» не уточнені берегові відвали. Виключити о. Єрмаков. Опрацювати різні варіанти використання ґрунтів в тих чи інших галузях народного господарства.	Враховано частково. Опис гідровідвалів наведено у підрозділі 1.3.1. Гідровідвали на о. Єрмаков не заплановані. Варіанти використання ґрунтів, складованих у беоговиих гідровідвалах, будуть розроблені після їх заповнення, виходячи з результатів досліджень їх складу.

B3	В «Повідомленні» передбачено обмеження робіт роботи в період масового розмноження диких тварин на території ДБЗ. Ці обмеження необхідно чітко врахувати в майбутньому звіті для всієї української ділянки ріки Дунай. Також необхідно врахувати наявність регіонального ландшафтного парку «Дунайські острови», який розташований на островах Гатару та Великий і Малий Далери.	Враховано. Обмеження на роботи у періоди тиші поширені на всю довжину траси ГСХ. Матеріали щодо островів Гатару та Великий і Малий Далери наведено у пункті 1.5.4, підрозділах 4.8 та 5.8.
B4	Виконати моделювання гідрологічних умов для усього Кілійського гирла так і в місці розвилки рукавів Бистрий та Старостамбульський.	Враховано. Результати прогнозного математичного моделювання змін гідрологічних умов рукавів дельти викладені у підрозділах 9.4 та 9.6.
B5	Дати прогноз просування клину морської води вище за течією.	Враховано частково. Якісна (вербальна) оцінка впливу робіт за проектом реконструкції ГСХ надана у підрозділі 1.6. Кількісний (математичний) прогноз потребує аналізу великого масиву даних натурних вимірювань, зроблених під час поширення клину морських вод, але такі вимірювання в останні роки проводилися нерегулярно, Такий прогноз буде зроблено в рамках післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
B6	Позитивною стороною наявності нинішнього судноплавного шляху по гирлу Бистре стало вільне проходження по ньому криги в море. Як вплине на це побудова ще однієї паралельної південної дамби.	Враховано. Імовірний вплив гідротехнічних споруд за проектом реконструкції проаналізовано у підрозділі 1.6.
B7	Які заходи щодо дотримання вимог Конвенції Еспо будуть прийняті під час процедури ОВД .	Враховано. Процедура ОВД проводиться у повній відповідності до вимог Закону України «Про оцінку впливу на довкілля та вимог Конвенції Еспо. Відомості про початок процедури надані у вступі да додатку А.
B8	Зміст розділу 4 Повідомлення «Соціально-економічний вплив планової діяльності» повинен бути проаналізований незалежними фахівцями	Враховано. Аналіз соціоекономічних питань виконано із залученням Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. Матеріали аналізу вміщено у підрозділі 4.11
<b>Зауваження та пропозиції доцента кафедри екології і охорони довкілля ОДЕКУ, к.т.н. С. Н. Юрасова</b>		
Ю1	Які наслідки в багаторічному розрізі часу для перерозподілу стоку в межах гирл Старостамбульське, Східне, Очаківське та Бистре викличуть плановані гідротехнічні роботи	Враховано. Результати прогнозного математичного моделювання викладені у підрозділах 9.4 та 9.6.
Ю2	Як вплинуть плановані днопоглиблювальні роботи на водність гирл Кілійської дельти Дунаю в середньо- і довгостроковій перспективі на різних ділянках Кілійської дельти Дунаю	
Ю3	Виконати, на підставі гідрологічних вишукувань, розрахунки очікуваних змін гідрологічного режиму та розробки заходів із зниження впливу планованого днопоглиблення бару гирла Бистре.	
Ю4	З якою частотою і на яку відстань розповсюджуватиметься морська вода в дельту в нових умовах	Враховано частково. Якісна (вербальна) оцінка впливу робіт за проектом реконструкції ГСХ надана у підрозділі 1.6. Кількісний прогноз частоти і відстані поширення морських вод у рукавах дельти потребує аналізу великого масиву даних натурних вимірювань, зроблених під час поширення клину морських вод, але такі вимірювання в останні роки проводилися нерегулярно, Такий прогноз буде зроблено в рамках післяпроектного моніторингу та

		післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
<b>Зауваження та пропозиції ГО «Українська природоохоронна група»</b>		
ГО 1	<p>Деталізувати місце провадження планованої діяльності та розташування основних об'єктів цієї діяльності на топографічній основі.</p> <p>На вищезгаданих картах пропонуємо вказати;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Точні межі / розташування всіх проєктованих об'єктів будівництва);</li> <li>• Рівні води в усіх рукавах, протоках та затоках дельти Дунаю та по всьому руслі Дунаю</li> <li>• Змоделювати очікувані зміни русла Дунаю та всіх островів, площею понад 1 га, у його</li> <li>• Середні багаторічні межі заплави річки Дунай та його рукавів у дельті, які встановлені згідно наукових досліджень;</li> <li>• Межі водоохоронної зони річки, встановлених згідно вимог Водного кодексу України;</li> <li>• Санітарно-захисну зону навколо території планованої діяльності згідно чинних нормативів;</li> <li>• Всі об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ), Смарагдової мережі, культурної спадщини та екомережі. Також вказати всі території, зарезервовані під створення об'єктів ПЗФ;</li> </ul> <p>Очікувані зміни русла річки та всіх рукавів і проток в дельті Дунаю (і в українській, і в румунській частинах).</p>	<p>Враховано у частині зображення на картах об'єктів та споруд планованої діяльності та об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), Смарагдової мережі (рис. 1.1, 4.14–4.16)</p> <p>Складання комплексної багатопланової карти зони впливу планованої діяльності, що охоплювала б перелічені показники, є надскладним завданням, яке потребує проведення великих картографічних робіт та натурних досліджень і не може бути виконане у складі ОВД.</p> <p>Перелічені у пропозиції гідрологічні та морфометричні показники масивів вод дельти у своїй більшості є мінливими, отже не можуть бути відображені на карті.</p> <p>Зміни меж островів та русел рукавів дельти під впливом планованої діяльності не прогноуються.</p> <p>Результати математичного моделювання, наведені у розділі 9, свідчать про ймовірність лише незначних змін рівнів та витрат води у окремих рукавах дельти, які не здатні привести до змін їх морфометричних показників. В той же час, під впливом природних чинників морфологія дельти зазнає еволюційних багаторічних змін, прогнозування яких за своєю складністю виходить за межі завдань оцінки впливу на довкілля планованої діяльності, Санітарно-захисна зона навколо об'єктів планованої діяльності не передбачена чинними нормами.</p>
ГО 2	<p>Оцінити вплив планованої діяльності на природні комплекси та об'єкти (види флори і фауни, їх угруповання та оселища), що охороняються в усіх територіях чи об'єктах ПЗФ і Смарагдової мережі, які розташовані на території провадження планованої діяльності та в її санітарно-захисній зоні (далі також — СЗЗ), встановленій згідно чинних нормативів, а також у водоохоронній зоні річки Дунай на всій її протяжності в межах України</p>	<p>Враховано.</p> <p>Вплив планованої діяльності на природні комплекси та об'єкти, що охороняються в усіх територіях чи об'єктах ПЗФ і Смарагдової мережі, розташовані в зоні впливу планованої діяльності, за видами впливу оцінено як незначний (розділ 5).</p> <p>Санітарно-захисна зона навколо об'єктів планованої діяльності не передбачена чинними санітарними правилами і нормами.</p>
ГО 3	<p>Деталізувати технічні характеристики планованої діяльності з описом всіх технологічних процесів, що будуть відбуватись при провадженні планованої діяльності, та очікувані рівні викидів/скидів забруднюючих речовин в атмосферу, водойми та ґрунти при цьому..</p>	<p>Враховано. Зазначені характеристики наведені у розділі 1.</p>
ГО 4	<p>Вказати у Звіті детальну інформацію про обсяги ґрунту які будуть вилучені під час планованої діяльності, місця складування чи використання ґрунтів, обсяги втрат наземної рослинності, компенсаційних заходів, заходів із запобігання вселенню в річку інвазійних видів, програму моніторингу.</p>	<p>Враховано.</p> <p>Детальну інформацію щодо обсягів вилучення та місць складування ґрунтів днопоглиблення надано у п.1.3.1, щодо компенсаційних заходів – у п. 7.1.1 і 7.1.2, заходів із запобігання вселенню в річку інвазійних видів – у підрозділі 7.2. Програма моніторингу наведена у розділі 12.</p>

		Істотних втрат наземної рослинності не прогнозовано, оскільки берегові відвали розташовані на територіях зі збідненою та малоцінною наземною рослинністю. Рослинність на інших територіях не буде ушкоджена, оскільки всі інші види робіт проводитимуться на незарослих акваторіях.
ГО 5	Провести польові дослідження із залученням фахових науковців (гідробіологів, гідрохіміків та ін.) в різні сезони року (щонайменше, навесні та влітку) та використати результати при підготовці звіту та оцінці зміни популяцій та очікуваних втрат рибних ресурсів в результаті провадження планованої діяльності;	Враховано за результатами багаторічного екологічного моніторингу у дельті Дунаю. Матеріали подані у підрозділах 4.1–4.5
ГО 6	За даними польових досліджень оцінити впливи планованої діяльності на компоненти довкілля, соціальне та техногенне середовище.	Враховано. Матеріали подані у розділах 4 та 5
ГО 7	Навести оцінку транскордонного впливу планованої діяльності на стан біорізноманіття прісноводних, заплавних, прибережних та морських екосистем на румунській частині дельти Дунаю та його правого берега; Доступність різноманітних водних ресурсів для місцевого населення румунської частини дельти Дунаю; Проведення наукових досліджень в транскордонному біосферному резерваті «Дельта Дунаю».	Враховано частково. За результатами проведених досліджень транскордонного впливу планованої діяльності, викладених у розділі 9, істотного транскордонного впливу планованої діяльності на стан біорізноманіття прісноводних, заплавних, прибережних та морських екосистем на румунській частині дельти Дунаю та його правого берега не прогнозується, як і погіршення якості чи доступності водних ресурсів для місцевого населення румунської частини дельти Дунаю. Проведення досліджень на території Румунії не було передбачене. За згодою румунської Сторони такі дослідження будуть включені до планів післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
ГО 8	Оцінити вплив процесів переміщення донних відкладень та замулення глибоководного суднового ходу на різних його ділянках, з визначенням частоти повторної розчистки ГСХ для забезпечення безперебійної експлуатації на всіх ділянках.	Враховано. Відповідні дані вміщено у підрозділі 1.7.
ГО 9	Згідно вимог ч. 2, ст. 6 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» звіт з ОВД має включати виправдані альтернативи планованої діяльності з урахуванням варіанту відмови від провадження планованої діяльності з відновлення ГСХ (нульова альтернатива). Остаточний вибір кінцевого варіанту підтвердити порівнянням результатів оцінки масштабів впливу на компоненти довкілля.	Враховано Матеріали з оцінювання альтернативних варіантів планованої діяльності наведені у розділі 2.
ГО 10	Оцінити сукупний (кумулятивний) вплив планованої діяльності на природні комплекси та об'єкти річки Дунай, разом із вже існуючими та проєктованими об'єктами господарської діяльності.	Враховано. Оцінки кумулятивних впливів наведені у підрозділі 5.5
ГО 11	Вказати методи, які використовувались для проведення досліджень та оцінки впливу на довкілля, плануємі до використання в процесі моніторингу довкілля під час провадження планованої діяльності та джерела інформації на яких ґрунтуються дані та висновки з них, включені до Звіту.	Враховано. Опис методів та методик досліджень наведені у розділі 6, джерела інформації вказані у розділі 14.

**11.2 Таблиця врахування зауважень та пропозицій зачепленої Сторони до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, включаючи проведення досліджень за процедурою післяпроектного аналізу**

**Таблиця 11.2 – Врахування зауважень та коментарів, наданих зачепленою Стороною щодо обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти»**

Ін-декс	Зауваження чи пропозиція	Врахування у Звіті з ОВД
1	2	3
P1	<b>З преамбули листа</b> Румунія очікує, що висновки звіту комісії з питань розслідування Еспо за 2006 рік також будуть враховані.	Враховано. Усі матеріали, викладені у розділах 9 та 13, містять результати досліджень, виконаних з метою врахування висновків Комісії із запиту Конвенції Еспо за 2006 рік та супроводжуються посиланнями на окремі висновки.
	<b>I. Документація з оцінки впливу на навколишнє середовище повинна містити як мінімум відповідно до положень Конвенції Еспо:</b>	
P2	Детальна інформація про сам проект, включаючи: розташування проектних робіт, опис запропонованих робіт (будь ласка, включіть перерізи, поперечні та поздовжні профілі об'єктів, пов'язаних із проектом), план території та карту розташування проекту, з посиланням на державний кордон між Румунією та Україною	Враховано частково. Детальна інформація про плановану діяльність, включаючи розташування проектних робіт, їх опис, карту-схему території та плани окремих об'єктів з посиланням на державний кордон між Румунією та Україною вміщені ку розділі 1. Докладні креслення, включаючи перерізи, поперечні та поздовжні профілі об'єктів, пов'язаних із проектом, можуть бути надані окремо за домовленістю з уповноваженими центральними органами.
P3	Опис розумних альтернатив запропонованій діяльності, а також альтернатива без дій	Враховано. Опис розумних альтернатив запропонованій діяльності, включно з альтернативами без дій, розглянуті у розділі 2.
P4	Опис середовища / факторів, на які, ймовірно, може вплинути запропонована діяльність та її альтернативи	Враховано. Відповідні матеріали вміщено у розділі 4.
P5	Опис потенційного впливу запропонованої діяльності та її альтернативи на довкілля та оцінка його значущості	Враховано. Відповідні матеріали вміщено у підрозділах 1.5–1.7 та у розділах 5 і 9
P6	Опис запобіжних, пом'якшувальних заходів для мінімізації негативного впливу на довкілля	Враховано. Відповідні матеріали вміщено у розділі 7.
P7	Чітке зазначення методів прогнозування, включаючи методи математичного моделювання та основні припущення, а також відповідні використовувані екологічні дані	Враховано. Відповідні матеріали вміщено у розділі 6.
P8	Оцінка ймовірного наслідку змін у довкіллі / змін [існуючого] втручання у довкілля	Враховано. Відповідні матеріали вміщено у розділах 5; 9 та 13.
P9	Оцінка тривалості, протяжності, масштабу запропонованих робіт	Враховано. Оцінка тривалості, протяжності, масштабу запропонованих робіт надана у підрозділах 1.3 та 1.4.
P10	Опис впливу на ключові види та організми, включаючи вплив порушення осаду на морські організми	Враховано. Відповідні описи вміщено у розділах 5, 9 та 13.
P11	[Опис та оцінка впливу на] використання природних ресурсів	Враховано. Опис та оцінка впливу на використання природних ресурсів надано у підрозділі 5.2.

P12	Плани моніторингу та управління	Враховано. Відповідні плани надані у розділі 12.
P13	Опис заходів щодо запобігання та реагування на аварії, включаючи аварії суден, які можуть спричинити [іх]затоплення	Враховано. Опис імовірних аварій та заходів щодо запобігання та реагування на аварії, включаючи аварії суден, які можуть спричинити їх затоплення, надано у пункті 1.3.3, у підрозділі 5.4 та у розділі 8.
P14	Виявлення прогалів у знаннях та невизначеностей, що виникають при складанні документації з оцінки впливу на довкілля	Враховано. Відповідний матеріал вміщено у розділі 10.
	<b>II. Необхідно надати додаткову інформацію щодо технічних рішень / альтернатив:</b>	
P15	Місце розташування (зони втручання / робіт) альтернативи 2	Враховано. Матеріал, викладений у підрозділі 1 містить водночас і опис альтернативи 2, оскільки технічні параметри цієї альтернативи за аспектами впливу на довкілля практично співпадають з параметрами першого пускового комплексу (ПК1) альтернативи 1.
P16	Той самий рівень деталізації щодо альтернативи 2, як і для альтернативи 1	
P17	Оцінити [альтернативні] технічні рішення, які не потребують регулярних / постійних втручань людини	Враховано частково. Оцінку альтернативних технічних рішень та її результати наведено у підрозділі 2, але зроблено висновок, що в умовах дельти Дунаю судноплавство без регулярних / постійних втручань людини є принципово неможливим.
	<b>III. Коментарі та пропозиції щодо вимог математичного моделювання</b>	
P18	<u>Розробка прогнозної чисельної моделі щодо динаміки потоку води, седиментації та зміни клімату в районі, на який впливає проект, є важливим елементом не тільки оцінки, але й майбутнього управління технічним обслуговуванням (опріснення, днопоглиблювальні роботи та управління відкладеннями намулів). Результати моделі необхідно представити в документації з ОВД</u>	Враховано частково. Опис застосованих прогнозних математичних моделей щодо динаміки потоків води, седиментації, інших гідрологічних процесів в українській частині дельти Дунаю та результати моделювання з метою оцінювання впливів планованої діяльності наведені, відповідно, у розділах 6 і 9. Розробка математичної моделі зміни клімату у дельті Дунаю за своєю складністю не могла бути застосована в рамках ОВД, але може бути реалізована на етапі післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
P19	Протягом останніх двох років Румунський інститут екологічних досліджень розробив дві калібровані та затверджені числові моделі (числову модель із застосуванням програмного забезпечення MIKE та числову модель із використанням програмного забезпечення DELFT3D) та готовий допомогти українським експертам у проведенні необхідного моделювання. Для підвищення прозорості та рівня впевненості в прогнозуванні <u>необхідні подальші спільні дослідження</u>	Не враховано. Застосовані у дослідження математичні моделі гідрологічних процесів також пройшли необхідні міжнародні процедури і не поступаються зазначеним у пропозиції румунської Сторони в межах вирішуваних задач. Пропозиція щодо проведення подальших спільних досліджень заслуговує на увагу, але безпосередньо не стосується процедури ОВД та потребує міжвідомчих узгоджень. За результатами транскордонних консультацій вона може бути реалізована при проведенні довгострокових досліджень за програмами післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
	<b>IV. Коментарі та пропозиції щодо об'єктів поверхневих і підземних вод / водних елементів</b> Будь ласка, надайте або оцініть наступне	
P20	На загальній карті запропонованих робіт просимо вказати поверхневі та підземні водойми, на які проектні роботи, ймовірно, матимуть вплив	Враховано частково. На загальній карті-схемі об'єктів планованої діяльності (рис. 1) зазначені поверхневі водойми, які потрапляють до їх зони впливу. Інформація щодо масивів підземних вод подана на окремих картах через складність їх суміщеного зображення (рис. 4.8–4.11).



		Складання комплексної багатощарової карти зони впливу планованої діяльності є окремим складним завданням, яке виходить за межі завдань ОВД.
P21	Гідравлічне дослідження Кілійського рукава: до та після реалізації проекту	Не враховано Проведення натурних гідравлічних досліджень безпосередньо перед та після реалізації проекту за часовими рамками відноситься до завдань післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
P22	Вплив запропонованих робіт на перехідні та прибережні води та оцінку відповідності вимогам Рамкової директиви щодо води 2000/60 / ЄС стосовно перехідних та прибережних вод	Враховано частково. Вплив на перехідні і прибережні води оцінено за результатами натурних досліджень та математичного моделювання у пункті 4.5.1, підрозділі 5.8 і у розділі 9. Уточнення даних та оцінку відповідності вимогам Рамкової директиви щодо води 2000/60 / ЄС стосовно перехідних та прибережних вод буде проведено за даними післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою конвенції Еспо.
P23	Вплив проектних робіт на режим ґрунтових вод	Враховано. Інформацію подано у пункті 4.5.2 та 5.8.
P24	Кількість та динаміка потоку у Кілійському рукаві: до та після реалізації проекту	Враховано частково. Результати прогнозного моделювання змін рівнів та витрат води у рукавах дельти наведені у розділі 9. Проведення натурних гідравлічних досліджень безпосередньо до та після реалізації проекту за часовими рамками відноситься до завдань і післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
P25	Заходи, що вживаються для усунення негативного впливу реалізації проекту на водний об'єкт	Враховано. Відповідні заходи розглянуто у розділі 7.
P26	Водний об'єкт / тіла, на які впливають проектні роботи, слід розглядати як транскордонні спільні тіла та аналізувати їх гідроморфологічні, біологічні та хімічні параметри	Враховано. Усі впливи планованої діяльності розглянуто у транскордонному контексті.
P27	Оцінка впливу на водоймища обох берегів Дунаю буде проведена відповідно до чинного міжнародного законодавства та положень наявних планів управління річкою Дунай. Рівень деталізації інформації повинен бути подібний до рівня планів управління, згаданих вище	Враховано частково. Матеріали щодо водойм уздовж лівого та правого берегів Кілійського рукава вміщені, відповідно у пунктах 4.5.1 та 9.1.2. Вплив на них за результатами натурних досліджень та математичного моделювання у пункті у підрозділі 5.8 і у розділі 9 оцінено як незначний. Уточнення даних та оцінок відповідно до чинного міжнародного законодавства та положень наявних планів управління річкою Дунай буде проведено на підставі матеріалів післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
P28	Списки об'єктів поверхневих та підземних вод, що примикають до місця розташування проекту, та висновки відповідних оціночних досліджень (дослідження з оцінки впливу відповідно до Директиви про існування 92/43 / ЦСЄ)	Матеріали щодо об'єктів поверхневих вод та масивів підземних вод уздовж лівого та правого берегів Кілійського рукава вміщені, відповідно у пунктах 4.5.1–4.5.2 та 9.1.2. Вплив на них за результатами натурних досліджень та математичного моделювання у пункті у підрозділі 5.8 і у розділі 9 оцінено як незначний. Уточнення даних та оцінок впливу відповідно до директиви про існування 92/43 / ЦСЄ буде проведено на підставі матеріалів післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.

	<b>V. Зауваження та пропозиції щодо відповідної оцінки впливу на ділянки Natura 2000</b>	
P29	<p>Дельта Дунаю є невід'ємною частиною Європейської екологічної мережі Natura 2000 в Румунії та перекривається на рівні дельти Дунаю з такими спеціальними зонами охорони (SPA) та місцями, що мають значення для спільноти (SCI), створеними в рамках директиви про існування (92/43 / CE) та птахів (79/409 / CE) [наведений перелік об'єктів з кодами, площами, характеристиками угідь, посиланнями на сайти з інформацією].</p> <p>Румунський інститут дельти Дунаю особливо стурбований запропонованими роботами з днопоглиблення та вважає, що всі заходи, спрямовані на зміну поперечного та поздовжнього перерізів рукавів, матимуть, ймовірно, істотний вплив на більшість компонентів ділянок Natura 2000.</p> <p><u>Необхідно провести адекватні дослідження щодо зазначених вище заповідних територій відповідно до положень вищезазначених директив.</u></p> <p><u>Методика, прийнята для виявлення та оцінки негативного впливу, повинна бути простою та відповідною до плану управління біосферним заповідником Дельти Дунаю. Висновки адекватних досліджень з оцінки повинні бути розглянуті в документації з оцінки впливу на навколишнє середовище.</u></p>	<p>Враховано частково. Матеріали щодо об'єктів Смарагдової мережі уздовж лівого берега Кілійського рукава вміщені у підрозділі 4.8. Відповідні матеріали щодо об'єктів Natura 2000 вміщені у пункті 9.1.2.</p> <p>Висновки за результатами прогнозного математичного моделювання, вміщені у розділах 9 та 13, не підтверджують твердження румунської Сторони про імовірність істотного впливу на водний режим румунської частини дельти, включно з ділянками Natura 2000.</p> <p>Адекватні з точки зору румунської Сторони дослідження щодо зазначених вище заповідних територій можуть бути проведені за узгодженими Сторонами програмами та методиками у рамках післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.</p>
	<b>VI. Коментарі та пропозиції щодо соціально-економічного впливу запланованої діяльності</b>	
P30	<p>Документація щодо ОВД повинна враховувати необхідність забезпечення інтегрованого управління транскордонним регіоном Румунія-Україна.</p>	<p>Не враховано</p> <p>Заходи щодо забезпечення інтегрованого управління транскордонним регіоном Румунія-Україна при експлуатації суднових ходів та судноплавних каналів на територіях України і Румунії мають бути опрацьовані та узгоджені Сторонами на стадії в рамках .Матеріали щодо вимог будуть надані на стадії післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.</p>
	<b>VII. Коментарі та пропозиції щодо видів можливого впливу на навколишнє середовище</b>	
P31	<p>Як для вод, так і донних відкладень Дунаю, будь ласка, надайте детальну інформацію про:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. усі проаналізовані фізико-хімічні показники;</li> <li>2. значення концентрацій, отримані в результаті згаданих вище аналізів, або змінних полів;</li> <li>3. максимально допустимі значення.</li> </ol>	<p>Враховано. Дані наведені у пунктах 4.5.1 і 4.5.2.</p>
P32	<p>Для того, щоб можна було порівнювати дані, отримані за програмою моніторингу, з іншими біологічними даними, зібраними на Дунаї, необхідно, щоб методи, як відбір проб, так і аналіз, були конкретними та точними, з детальним описом використовуваних методик (наприклад, кількість повторень, чи були проби були взяті з берегу чи з каналу, розмір вічка зоопланктонної сітки тощо).</p>	<p>Враховано. Відповідна інформація вміщена у розділі 6.</p>
	<b>VIII. Зауваження та пропозиції щодо участі / дебатів громадськості щодо запланованої діяльності</b>	

P33	Графік транскордонних консультацій з Румунією для можливо заторкнутої румунської громадськості, включаючи консультації з румунськими властями, повинен бути погоджений якнайшвидше, в ідеалі між фокальними точками Конвенції Еспо в Україні та Румунії. Зверніть увагу, що відповідно до положень румунського законодавства, румунській громадськості необхідно мати щонайменше 30 днів для надання коментарів до документів ОВНС. Крім того, мають відбутися принаймні два громадських слухання, щоб забезпечити обговорення основних питань, які викликають занепокоєння.	Не враховано Питання виходять за межі компетенції розробників ОВД і мають вирішуватися уповноваженим центральним органом
	<b>IX. Зауваження та пропозиції щодо осетрових</b>	
P34	Одне з питань, що мають особливе значення для Румунії - це захист критично зникаючих дунайських осетрів. Протягом останніх 9 років Румунський інститут екологічних досліджень проводив маркування дорослих осетрів, щоб отримати більше інформації про їх поведінку. Результати їх досліджень легко доступні в Інтернеті. Це дослідження показує, що <u>більше половини дорослих осетрових та більше двох третин неповнолітніх осетрових видів використовують Кілійський рукав щоб потрапити в Чорне море і назад</u> . Велика ймовірність, що <u>днопоглиблювальні та будівельні роботи, а також морський рух на Кілійському рукаві негативно вплинуть на міграцію осетрових</u> . Через високий браконьєрський тиск ми просто не можемо дозволити собі втратити Кілійський рукав як шлях міграції осетрових. <u>Тому надзвичайно важливо, щоб у рамках процедури оцінки впливу на навколишнє середовище проекту румунські та українські вчені спільно працювали над ультразвуковим позначенням та моніторингом якомога більшої кількості осетрових видів, особливо в українській частині дельти Дунаю.</u> <u>Румунський інститут екологічних досліджень, який розробив високоефективну систему спостереження та впровадив процедури та методи моніторингу для забезпечення послідовних та достовірних даних про міграцію осетрових, на даний момент готовий працювати разом зі своїми українськими колегами.</u>	Не враховано Питання співпраці українських науковців з фахівцями Румунського інституту екологічних досліджень мають вирішуватися шляхом укладання міжвідомчих та міжнародних угод поза межами національної процедури ОВД. За результатами транскордонних консультацій відповідна пропозиція румунської Сторони може бути включена до подальших планів післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.
	<b>X. Зауваження та пропозиції щодо кумулятивного впливу</b>	
P35	Документація щодо ОВД повинна містити <u>сукупну оцінку впливу запропонованого проекту з дозволенними / очікуваними на затвердження / очікуваними / запланованими проектами</u> (проекти управління ризиками затоплення, проекти модернізації портів тощо) для водних об'єктів та ділянок Natura 2000, які, можливо, будуть зачеплені проектом; оцінка має здійснюватися на рівні елементів та показників якості, визначених у зазначених вище директивах (вода, середовища існування, птахи).	Враховано частково. Загальна оцінка кумулятивного впливу планованої та іншої господарської діяльності у зоні впливу ГСХ р. Дунай – Чорне море надана у підрозділі 5.5. Уточнені оцінки кумулятивного впливу господарської діяльності на водні об'єкти та ділянки Natura 2000 відповідно до міжнародних директив будуть одержані за результатами післяпроектного моніторингу та післяпроектного аналізу за процедурою Конвенції Еспо.

	<b>XI. Зауваження та пропозиції щодо програми моніторингу</b>	
P36	<p><u>Доцільно не починати фактичні роботи без попередніх достатніх знань про розподіл та статус збереження компонентів Натура 2000 та за відсутності прогностичної моделі потоку води та процесу осадження або без повного розуміння ємності екосистем, які зазнають впливу.</u> Ці знання можуть бути отримані за допомогою сучасної / ефективної системи моніторингу, яка надає часті звіти як Україні, так і Румунії, а також співвідноситься з управлінням територіями Натура 2000 та вже існуючими програмами моніторингу.</p> <p><u>Адміністрація біосферного заповідника Дельти Дунаю пропонує проводити моніторинг протягом принаймні одного року перед початком робіт.</u></p>	<p>Враховано частково. Як українська, так і румунська Сторони проводить багаторічний екологічний моніторинг у дельті Дунаю та мають адаптовані до умов дельти прогностичні математичні гідрологічні моделі.</p> <p>Результати ще одного річного циклу моніторингових досліджень істотно не змінять обсяг вже одержаних знань і стануть лише зайвим тприводом для зволікання з реалізацією планованої діяльності.</p>
	<b>XII. Коментарі та пропозиції щодо державного кордону між Румунією та Україною</b>	
P37	<p>Під час виконання будь-яких робіт на Кілійському рукаві Дунаю необхідно дотримуватися Галацького договору <u>про співробітництво в галузі водного господарства на прикордонних водах 1997 року та Чернівецького договору 2003 року про режим державного українсько-румунського кордону.</u></p> <p><u>співробітництво та взаємну допомогу з прикордонних питань—договорів, яких повинні суворо дотримуватися обидві наші країни.</u></p>	<p>Не враховано</p> <p>Зауваження виходить за межі розробки ОВД, оскільки стосується практичних міжнародних питань організації експлуатації ГСХ.</p>

## **12 СТИСЛИЙ ЗМІСТ ПРОГРАМ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЩОДО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІД ЧАС ВПРОВАДЖЕННЯ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ Й ПЛАНІВ ПІСЛЯПРОЕКТНОГО МОНІТОРИНГУ**

З точки зору охорони навколишнього середовища дельта Дунаю повинна розглядатися як єдина система, де природні процеси та антропогенні фактори мають вплив на всю дельту річки. Це усвідомлення вимагає загального підходу, який виходить за межі індивідуальних кордонів країн. Такий підхід є необхідним як для моніторингу транскордонних впливів, так і пом'якшувальних заходів, які повинні бути розроблені й реалізовані з урахуванням всієї системи дельти Дунаю.

Пониззя Дунаю та його дельта у межах України відноситься до категорії транскордонних об'єктів. Оцінка екологічного стану цих вод представляє інтерес як на національному, так і міжнародному рівні. Це пов'язано, у першу чергу, з виконанням плану дій Міжнародної Комісії щодо захисту ріки Дунай (International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR). Дослідження стану водних об'єктів цього басейну до прийняття у 1994 р. Конвенції щодо захисту Дунаю, виконувались переважно у межах окремих країн. Маючи на увазі, що басейн Дунаю є цілісною системою, було прийнято рішення про необхідність проведення комплексного моніторингу цих вод. Спостереження здійснюються у рамках міжнародної програми (Transnational Monitoring Network – TNMN) під керівництвом ICPDR, були проведені комплексні міжнародні експедиції по Дунаю, його притокам та водним об'єктам дельти.

### **Програма комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні глибоководного суднового ходу (ГСХ) «Дунай – Чорне море»**

Основою сучасної програми екологічного моніторингу стали Програми, які розроблялися та реалізовувалися з 2014 року по теперішній час. Метою організації та проведення комплексного екологічного моніторингу за спеціальною програмою у 2005 р. було екологічне спостереження у районі проведення робіт з відновлення ГСХ, зокрема:

- забезпечення контролю стану та динаміки компонентів навколишнього природного середовища під час відновлення та експлуатації ГСХ;
- оцінка збитків, що завдаються компонентам довкілля внаслідок відновлення ГСХ;
- розробка прогнозу змін стану навколишнього природного середовища під впливом антропогенних факторів;
- розробка рекомендацій щодо мінімізації можливих негативних впливів;

- обґрунтування за екологічними та економічними критеріями програми моніторингу стану навколишнього природного середовища та дії факторів антропогенного впливу на подальших етапах експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море через гирло Бистре.

Пілотний проект Програми комплексного екологічного моніторингу дозволив:

- отримати великий обсяг натурних даних для об'єктивної оцінки впливу на навколишнє природне середовище першої черги робіт з відновлення ГСХ;
- визначити пріоритетні напрямки, на яких моніторингові роботи мають бути посилені, оптимізувати комплекс моніторингових робіт у цілому. (Програма 2005 р., Додаток Л).

Програмою комплексного екологічного моніторингу (екологічний блок) на 2005-2006 рр. було визначено основні види робіт, зокрема, регулярні гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні дослідження, ділянки відбору проб контрольних вимірів та перелік показників, забезпечення якості спостережень. Були уточнені особливості моніторингу морського та берегових відвалів ґрунту, комплексних експедиційних обстежень, розрахунки збитків і компенсаційних платежів, інформаційного менеджменту, дії у випадку надзвичайного (аварійного) забруднення. Зверталася увага на можливість перегляду та коригування Програми за результатами стаціонарних спостережень, контрольних вимірів і комплексних експедиційних досліджень за умов узгодження змін у Програмі із Замовником робіт. [1]

Відповідно до сучасного підходу чітко, максимально конкретно сформульовані інформаційні потреби екологічного управління є відправним пунктом при розробці програм моніторингу, визначенні їх стратегії та технічних характеристик – таких, як розміщення мережі спостережень, перелік середовищ (об'єктів) та показників, частота проведення спостережень, порядок аналізу і оцінки даних, звітності. Тільки чітке визначення інформаційних потреб створює умови для ефективної організації моніторингу, ефективної взаємодоповнюючої взаємодії організацій-учасників, у кінцевому підсумку – ефективних витрат фінансових ресурсів.

Нечіткість в ідентифікації інформаційних потреб у меншій мірі властива так званому «об'єктному моніторингу», метою якого, як правило, є визначення впливу якогось великого об'єкта на навколишнє природне середовище, а також інформаційне забезпечення розробки відповідних природоохоронних рішень та заходів.

Завдання, поставлене перед розробниками даної Програми, було достатньо складне, оскільки мова йшла не про окремий (локальний) об'єкт, а практично – про моніторинг всієї української ділянки дельти великої річки Західної Європи.

Відновлення глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море через рукав Бистрий певним чином впливає на природне середовище дельти Дунаю та прилеглої ділянки Чорного моря. Ключові фактори цього впливу пов'язані з проведенням днопоглиблювальних робіт. Це надходження у водне середовище завислих частинок і розчинених (у тому числі токсичних) речовин на ділянках проведення днопоглиблювальних робіт і дам্পінгу ґрунту на підводні місця складування; пошкодження ділянок дна, відведення земель під наземні відвали ґрунту, посилення фактора турбування наземних екосистем. Саме ці чинники найбільш помітно впливають на рослинний і тваринний світ у зоні траси ГСХ у процесі виконання гідротехнічних робіт.

Згідно з природоохоронним законодавством України, має бути об'єктивно оцінений негативний вплив на водне середовище й біологічні ресурси та розраховані обсяги відповідних компенсаційних платежів.

Отже, першим і безпосереднім завданням Програми став моніторинг антропогенного навантаження при відновленні ГСХ. Програма повинна була дати об'єктивну відповідь на питання: як впливають роботи з відновлення ГСХ та інтенсифікація судноплавства на українській ділянці Дельти на стан навколишнього природного середовища, в тому числі на:

- гідрологічний режим;
- якість води;
- водні екосистеми у дельті Дунаю;
- іхтіофауну та її кормову базу;
- прилеглі ділянки Чорного моря, що знаходяться під впливом робіт з відновлення ГСХ;
- наземні (наволоводні) екосистеми, у тому числі на території Дунайського біосферного заповідника.

Частина із сформульованих вище питань є традиційними для гідроекологічного моніторингу, інші – такі, як стан наземних екосистем, вимагали реалізації нових підходів.

Дельта Дунаю – динамічна природно-антропогенна система, зміни в якій відбуваються як у результаті діяльності людини, так і внаслідок природних факторів. Моніторинг антропогенного навантаження при відновленні ГСХ у довгостроковій перспективі неможливий без проведення на українській частині дельти Дунаю моніторингу довгострокових змін (трендів), який виконується на мережі стаціонарних пунктів. Він повинен забезпечити інформацію для обґрунтованого розділення впливу антропогенних та природних факторів.

Контролю також потребували питання стану прилеглих до ГСХ водних і прибережних екосистем Дунайського біосферного заповідника, оскільки цінність дельти Дунаю для збереження біорізноманіття загальновідома.

Програма є результатом роботи великого колективу спеціалістів. При її розробці використовувався досвід створення систем транскордонного моніторингу в рамках реалізації проектів ТАСІС і ПРООН-ГЕФ у басейнах річок Дніпро, Сіверський Донець та ін.

Реалізація даної Програми потребувала створення відповідного організаційного механізму. У результаті було отримано досвід об'єднання в єдиній, цілісній програмі потенціалу й зусиль відомств, які традиційно відповідають за регулярний моніторинг, з одного боку, та провідних академічних і відомчих наукових установ, з іншого.

В основу розробки Програми було покладено такі основні критерії: відповідність виконуваних моніторингових робіт сформульованим інформаційним потребам: як з точки зору переліку необхідних показників («що вимірюється?»), так і з точки зору достовірності одержуваних на їх основі оцінок («де і як часто вимірюється?»); комплексність моніторингу: як з точки зору спрямованості моніторингових досліджень («моніторинг факторів впливу», «моніторинг трендів»), так і при визначенні об'єктів досліджень (вода: кількісний та якісний аспекти, завислі частинки, донні відкладення, гідробіоти, навколводні екосистеми);

- економічна оптимальність при розподілі завдань за видами моніторингових робіт з урахуванням екологічних особливостей та координація всіх видів моніторингових досліджень;

- ефективність використання наявних ресурсів, можливість побудови елементів Програми на основі вже діючих програм;

- поступове досягнення необхідних оптимальних (з урахуванням міжнародного аспекту роботи) характеристик як безперервний розвиток Програми на основі одержуваної нової інформації.

Відповідно до цих критеріїв була розроблена Програма (Додаток Л), структуру якої утворюють:

- регулярні гідрологічні та гідрохімічні спостереження на мережі стаціонарних пунктів;
- комплексні сезонні обстеження;
- спеціальні дослідження з різних напрямків;
- спеціальні роботи щодо забезпечення якості спостережень;
- інформаційний менеджмент.



Головною метою регулярних спостережень на стаціонарній мережі пунктів є отримання статистично достовірної інформації щодо стану й тенденцій (трендів) гідрологічних і гідрохімічних показників водного середовища у районі проведення робіт під впливом природних і антропогенних факторів.

Комплексні сезонні експедиційні дослідження спрямовані на більш глибоке вивчення впливу антропогенних чинників і природних процесів на стан навколишнього природного середовища, які проявляються в основних фазах гідрологічного та гідробіологічного режиму дельти.

Під час експедиційних досліджень УКРНДІЕП відбір проб води та донних відкладів для гідробіологічного й гідрохімічного аналізу здійснювався по трасі суднового ходу Дунай – Чорне море у 12 основних створах (табл. 12.1), також проводилось вимірювання температури води, прозорості за диском Секкі. В окремих пунктах відбирались проби на вміст специфічних показників токсичної дії (важкі метали) у воді та донних відкладах.

**Таблиця 12.1 – Точки відбору проб води та донних відкладів для гідробіологічного й гідрохімічного аналізу**

№ пунк-ту	Код, найменування пункту відбору	Відстань від гирла	Прив'язка	Види проб
1	R01, 2 км вище м. Рені	71 миля	лівий берег, середина	гідрохімічні, гідробіологічні
2	R06, 1 км нижче м. Ізмаїл	89 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
3	R07, вище м. Кілія	49	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
4	R09, нижче м. Кілія	32 км	лівий берег	гідрохімічні, гідробіологічні
5	R10, 1 км вище м. Вилкове	21 км	лівий берег	гідрохімічні, гідробіологічні
6	R11, р. Очаківський	17 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
7	R14, р. Очаківський	6 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
8	R12, р.Старостамбульський	11 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
10	R13/9, р. Бистрий	9 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
11	R13/1, р. Бистрий	1 км	середина	гідрохімічні, гідробіологічні
12	R13/0, р. Бистрий	біля дамби		гідрохімічні, гідробіологічні

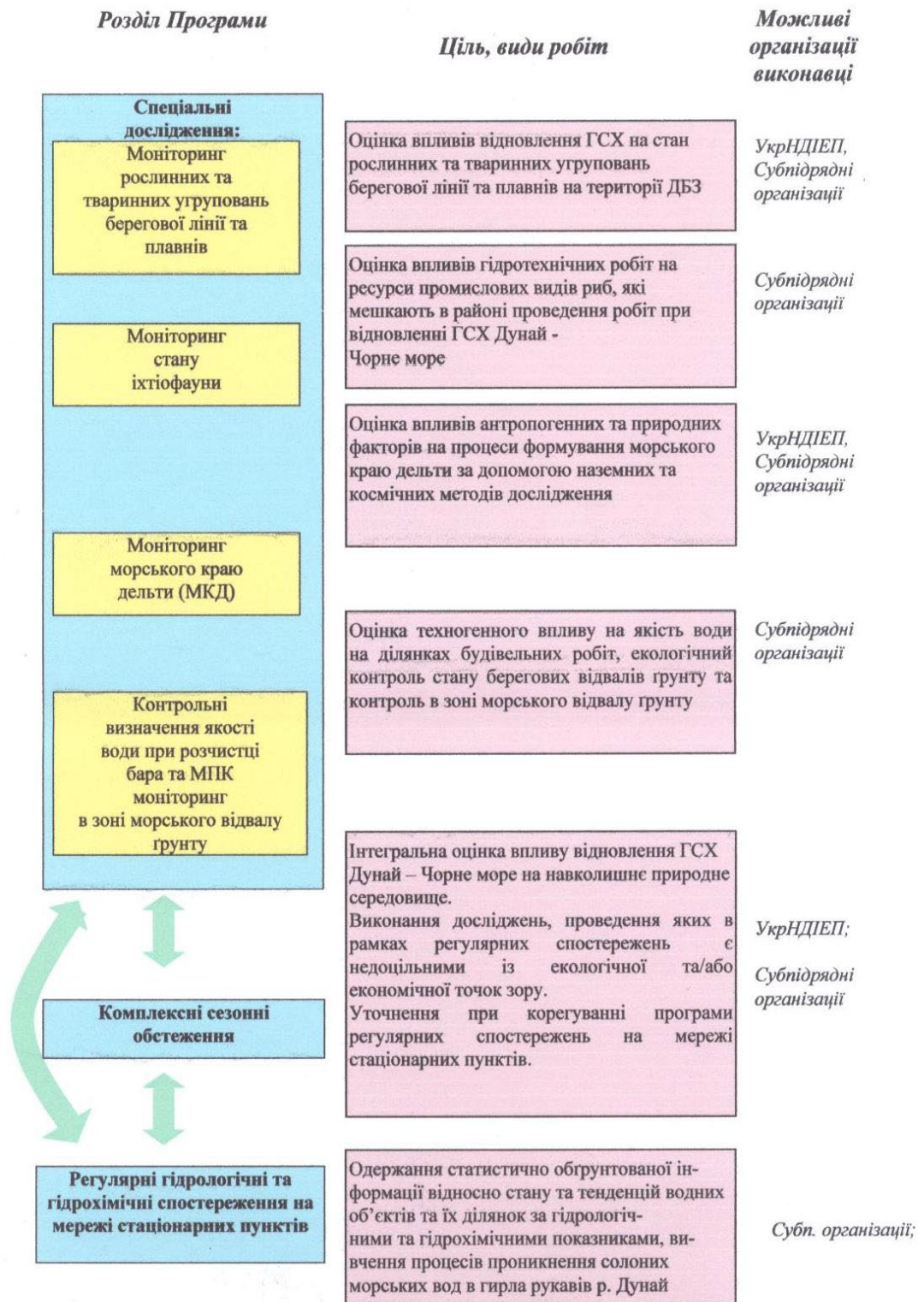


Рисунок 1.1 - Структура комплексного екологічного моніторингу при відновленні ГСХ

Рисунок 12.1 – Структура Програми комплексного екологічного моніторингу при відновленні ГСХ Дунай – Чорне море.

Цілями експедиційних робіт є:

- отримання інтегральних гідроекологічних оцінок стану української частини дельти Дунаю та прилеглої ділянки Чорного моря;
- комплексна оцінка впливу робіт з відновлення ГСХ на стан біоценозів; отримання гідробіологічних і гідрохімічних даних, необхідних для розрахунку збитків, спричинених водному середовищу та біоресурсам;
- виконання досліджень, проведення яких у рамках регулярних спостережень є недоцільним з екологічної та/або економічної точки зору;
- уточнення та коректування програми регулярних спостережень.

Основний акцент у комплексних обстеженнях зроблено на гідробіологічних показниках, які найбільш інтегрально відображають стан водних екосистем. Об'єктами гідробіологічних досліджень є альгологічні угруповання (фітопланктон і фітоперифітон), зоопланктон, макрофауна безхребетних (зообентос і зооперифітон), мейобентос, іхтіофауна.

Гідрохімічні дослідження у рамках комплексних обстежень виконуються за розширеним переліком середовищ, показників і станцій, на яких виконується відбір проб. Зокрема, досліджується накопичення забруднюючих речовин у донних відкладеннях і гідробіонтах (біоаккумуляція важких металів і хлорорганічних пестицидів).

Перелік спеціальних досліджень Програми включає:

- моніторинг рослинних і тваринних угруповань на території Дунайського біосферного заповідника;
- іхтіологічний моніторинг, головною метою якого є вивчення впливу гідротехнічних робіт на прохідні й туводні види риб;
- контрольні вимірювання якості води у місцях днопоглиблювальних робіт і місцях складування – інтенсивні гідрохімічні дослідження з обмеженого переліку специфічних показників, які дозволяють кількісно оцінити локальний вплив проведених робіт на якість водного середовища;
- моніторинг берегових відвалів ґрунту, який включає моніторинг впливу на ґрунти та ґрунтові води у місцях наземного складування ґрунтів.

Усі види робіт Програми скоординовані між собою, представлена координація здійснювалася на всіх рівнях: на рівні показників, точок відбору проб, у часі проведення робіт і т. п.

Екологічний моніторинг був започаткований у 2004 р. і, за винятком 2006 року, коли були тимчасово призупинені гідротехнічні роботи, продовжується до теперішнього часу.

Програма моніторингу підлягала коригуванню у залежності від термінів, видів та ділянок робіт, їх обсягів, ступеня важливості окремих напрямів моніторингу.

Генеральним підрядником Мінприроди України було призначено Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (УКРНДІЕП), м. Харків. На протязі 2004-2022 рр. УКРНДІЕП успішно виконував обов'язки Генерального підрядника і Координатора робіт з комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море. У різні роки до виконання Програми як співвиконавці залучалися провідні наукові установи: Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО), Одеський центр Південного НДІ морського рибного господарства та океанографії (ОдЦ ПівденНІРО), Державне підприємство «ЧорноморНДІпроект», Одеська філія інституту біології південних морів НАНУ (ОфІнБПМ), Дунайський біосферний заповідник НАНУ (ДБЗ), Інститут гідробіології НАНУ (ІГБ), Інститут зоології НАНУ (ІЗАН), Український центр менеджменту землі та ресурсів, Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ), Державна установа «Інститут морської біології НАН України» (ДУ «ІМБ НАН України») та інші наукові організації й окремі фахівці.

Відповідно до затвердженої Програми моніторингу виконувались наступні дослідження:

- проведення робіт з гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на українській ділянці дельти Дунаю. Вимірювання витрат води й витрат завислих наносів виконувались на 21 гідростворі дельти Дунаю у різні фази гідрологічного режиму. В цілому за рік проводилось шість серій вимірювань, які висвітлювали практично всю амплітуду коливань водності Дунаю за звітний рік. Щоденні (середньодобові) витрати води на постах Рені, Ізмаїл, Вилкове, Прорва та Бистре розраховувались за їх зв'язком із щоденними рівнями води;

- комплексні експедиційні обстеження прісноводних екосистем української частини дельти Дунаю та прилеглої частини Чорного моря;

- іхтіологічний моніторинг, збір даних для оцінки негативного впливу на рибні ресурси при проведенні відновлювальних робіт і розрахунків компенсаційних платежів;

- збір даних для розрахунків компенсаційних платежів за забруднення водного середовища при проведенні днопоглиблювальних робіт;

- контрольні спостереження за станом компонентів довкілля у місцях проведення робіт;

- дослідження наземних і прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) у зоні впливу робіт з відновлення ГСХ;

– спеціальні орнітологічні обстеження у районі рук. Бистрий, на о. Єрмаків та узбережжі. Спостереження велися також за станом рослинних угруповань берегової лінії й плавнів, макрзообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів та заток на території ДБЗ, герпетофауною й рідкісною іхтіофауною;

– аналіз екологічних процесів у дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням засобів дистанційного моніторингу.

Дослідження виконувались як на ділянках, що зазнають антропогенного навантаження, так і на тих, де заплановано днопоглиблення у разі розгортання робіт на повний розвиток. Програма робіт з комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море на 2023-2024 роки представлена у Додатку Л.

### **Програма спільного транскордонного моніторингу екологічного стану дельти Дунаю**

З перших років розробки та реалізації Програми комплексного екологічного моніторингу відновлення ГСХ «Дунай – Чорне море» українською стороною наголошувалось, що надзвичайно важливо, щоб зусилля України зі створення сучасної системи моніторингу дельти Дунаю були підтримані сусідньою Румунією та міжнародними організаціями. Взаємодія і координація моніторингових робіт, які проводяться суміжними державами, а у перспективі – розробка і реалізація міжнародної програми моніторингу дельти Дунаю – це наступні необхідні кроки, які сприятимуть ефективному вирішенню складних проблем сталого розвитку регіону.

У 2009 р. відбулися українсько-румунські консультації щодо організації спільного моніторингу дельти та авандельти Дунаю. Згідно з Протоколом другого спільного засідання Комітету з питань захисту довкілля та сталого розвитку Українсько-Румунської Спільної Президентської Комісії Сторони узгодили, що встановлення спільної мережі моніторингу навколишнього природного середовища всієї дельти Дунаю є корисним для обох держав, із залученням у рамках співробітництва як державних органів, так і науково-дослідних установ обох Сторін, які мають повноваження та досвід у цій сфері. Зазначений гармонізований моніторинг, обмін інформацією та співробітництво між обома Сторонами сприятиме покращенню знань стосовно якості екологічних факторів дельти Дунаю. Сторони відзначили, що для проведення спільного моніторингу дельти Дунаю необхідно залучити значні людські й фінансові ресурси. На жаль, спільна робота не була розпочата.

У першому півріччі 2012 р. експлуатація глибоководного ходу Дунай-Чорне море проводилась при відсутності днопоглиблювальних робіт. У другій половині року на морському підхідному каналі почались експлуатаційні черпання та продовжилася навігація.

З 2012 р. днопоглиблення здійснювалося лише на морському підхідному каналі (МПК) і було спрямоване на підтримку паспортних характеристик каналу й для підтримки глибин, що забезпечують судноплавство.

У зв'язку зі зменшенням обсягів робіт, які виконувались ДП «Дельта-лоцман», у другому півріччі 2012 р. було проведено коригування Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море з виділенням пріоритетних напрямів досліджень.

При коригуванні Програми було враховано:

– відстеження впливів (прямих та опосередкованих) експлуатаційного днопоглиблення траси морського підхідного каналу й судноплавства на екологічний стан водних об'єктів, а також інших факторів природного й антропогенного характеру, що формують ситуацію у досліджуваному регіоні (гідрологічний режим, об'єми стоку води та наносів, гідрохімічний режим стоку Дунаю, динаміка морського краю дельти, розвиток груп кормових організмів риб, тощо);

– контроль стану прилеглих до району ГСХ водних і прибережних екосистем Дунайського біосферного заповідника;

– отримання необхідної інформації щодо можливих транскордонних впливів у відповідності до вимог Конвенції Еспо, зокрема визначених Комісією із запиту як «імовірно значні негативні транскордонні впливи».

За підсумками українсько-румунських консультацій, які відбулися 5 березня та 9 жовтня 2015 р., Сторони дійшли до визнання необхідності проведення спільного моніторингу дельти р. Дунай.

23 листопада 2015 р. відбулись консультації українських і румунських експертів з метою обговорення програми спільного комплексного екологічного моніторингу дельти р. Дунай. Румунська сторона погодилась взяти за основу програму моніторингу дельти р. Дунай, представлену Науково-дослідною установою «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП) Міністерства екології та природних ресурсів України.

Мінприроди України у грудні 2015 р. по дипломатичним каналам направило Румунській стороні проект такої спільної програми моніторингу, яка була розроблена на основі програми, що реалізується на території України, для отримання пропозицій Румунської сторони та узгодження пунктів відбору проб, параметрів контролю, відповідальних організацій виконавців і т. ін. (Додаток Л).

До складу робіт були включені заходи з імплементації наукових висновків і рекомендацій комісії із запиту Конвенції Еспо. Контролювався також стан прилеглих до

району проведення робіт водних і прибережних екосистем Дунайського біосферного заповідника й була отримана необхідна інформація щодо транскордонних впливів у відповідності до вимог Конвенції Еспо, зокрема визначених Комісією із запиту як „імовірно значні негативні транскордонні впливи”.

До таких можливих впливів Комісією із запиту було віднесено:

- вплив днопоглиблювальних робіт на розподіл витрат води між рукавами Бистрий і Старостамбульський та на динаміку рівня води вздовж рукава Бистрий, що призводить до втрати акваторій, які використовуються рибами для нересту й розвитку молоді, птахами – для гніздування та харчування;

- вплив втрати місць мешкання риб і птахів у результаті влаштування відвалів ґрунту, проведення днопоглиблювальних робіт і створення берегозахисних споруд;

- вплив на риб збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місця проведення днопоглиблювальних робіт;

- вплив на мутність морської води в результаті дампіngu на морське звалище під дією вздовжберегових південних течій;

- тривалі перешкоди відновленню порушених для використання рибами ділянок дна, які спричиняються експлуатаційними днопоглиблювальними роботами, що повторюються;

- кумулятивні впливи судноплавства, втрат місць мешкання та/або турбування на життя риб і птахів, значні за масштабами та довготривалі.

За результатами робіт розроблено та впроваджено Програму спільного транскордонного моніторингу екологічного стану дельти Дунаю (далі Програма), спрямовану на усунення невизначеностей у оцінках впливів на довкілля (Додаток Л).

За підсумками українсько-румунських консультацій 5 березня та 9 жовтня 2015 р., з урахуванням рекомендацій Комісії Еспо у 2006 р. та пропозицій Всесвітнього фонду природи Сторони дійшли до визнання необхідності проведення двостороннього моніторингу дельти р. Дунай, що буде прийнятним для обох країн і корисним як для навколишнього середовища, так і внутрішнього судноплавства. [Програма 2015, Додаток Л]

У Програмі визначені загальні завдання з гармонізації узгодженого спільного моніторингу, звітування, складено переліки головних українських і румунських (запропоновано заповнити) виконавчих організацій, відповідальних за впровадження робіт згідно зі Спільним моніторингом та його ключовими завданнями. Розглянуті питання фінансових ресурсів, обсягів робіт і регулярних спостережень.

Результати виконання Програми надаються генпідрядником замовнику робіт у вигляді анованих та річних звітів. За дорученням Мінприроди щоквартально й наприкінці

року відповідним підрозділам Міністерства були представлені інформаційно-аналітичні матеріали щодо стану виконання Програми та екологічної ситуації на українській частині дельти. У разі необхідності інформація надавалась також іншим зацікавленим організаціям.

З метою подальшого надання Міністерству закордонних справ і ознайомлення та узгодження з Румунською стороною інститутом УКРНДІЕП було підготовлено й направлено до Мінприроди України зокрема:

- пропозиції щодо створення Спільної румуно-української Робочої групи з метою співробітництва у питаннях транскордонних впливів господарської діяльності на екологічний стан дельти Дунаю;

- концепцію Програми проведення спільного українсько-румунського моніторингу усієї дельти Дунаю;

- проект Програми комплексного екологічного моніторингу дельти Дунаю (українська частина).

Аналіз інформації та прогнозні розрахунки за напрямками Програми комплексного екологічного моніторингу дозволяють оцінити масштаби впливів експлуатаційних робіт на рівні прогнозних.

З метою попередження виникнення непорозумінь і транскордонних проблем пропонувалося:

- створити міжнародну робочу групу для розробки Міжнародної програми моніторингу дельти Дунаю;

- провести міжнародне комплексне експедиційне обстеження екологічного стану всієї дельти Дунаю;

- вдосконалити та узгодити гідробіологічні й комплексні методи оцінки якості вод;

- розробити інтегровану систему моніторингу для спостереження за природними територіями Єврорегіону “Нижній Дунай”;

- підготувати та опублікувати спільну українсько-румунську монографію щодо сучасного екологічного стану дельти.

У сфері створення міжнародної системи охорони дикої природи дельти Дунаю було запропоновано:

- провести інвентаризацію видового складу та спільних біоценозів усіх територій, які охороняються, розробити відповідні заходи для охорони й збереження;

- оцінити сучасний стан природних ресурсів та узгодити правила природокористування з метою забезпечення раціонального використання природних ресурсів у заповідниках; розробити спільний довідник для оцінки ресурсів, що



представляють економічний інтерес; розробити інформаційну систему стосовно природних територій, які охороняються, у дельтах Дунаю та Нижнього Пруту;

– узгодити з Румунською стороною періоди заборони на промислове та спортивне рибальство; узгодити правила полювання; здійснити моніторинг стану природних ресурсів;

– створити спеціалізовані робочі групи для моніторингу видів відповідно до міжнародних угод;

– розробити уніфіковані критерії та методи охорони водних і наземних екосистем заповідних зон Нижнього Дунаю. Визначити єдину границю білатерального Біосферного заповідника дельти Дунаю (Румунія, Україна) з боку моря.

Враховуючи досвід Румунії у розвитку рекреації на румунській частині дельти, необхідно розробити програму розвитку рекреації на території української частини дельти. В той же час необхідно глибоко проаналізувати загрози, що існують або можуть виникнути у пониззі Дунаю внаслідок господарської та інших видів діяльності на територіях придунайських країн.

У Програмі визначено порядок звітності, список українських установ, які мають бути залучені до впровадження спільного моніторингу, обсяг робіт і пропозиції щодо регулярних гідрологічних і гідрохімічних спостережень (пункти спостережень, параметри, що вимірюються, частота відбору проб), досліджень донних відкладів, гідробіологічних досліджень р. Дунай та морського узбережжя у сезонному аспекті й моніторингу іхтіофауни та природних ресурсів, біорізноманіття.

### **Міжнародна Українсько-Румунсько-Молдовська Програма екологічного моніторингу дельти Дунаю (проект)**

Керуючись положеннями Рамсарської конвенції, Україна уклала Угоду між Міністерством навколишнього середовища та територіального планування Республіки Молдова, Міністерством вод, лісів і захисту навколишнього середовища Румунії й Міністерством екології та природних ресурсів України щодо співпраці у зоні охоронюваних природних територій дельти Дунаю та нижньої частини річки Прут. Після завершення внутрішніх процедур 22 березня 2011 р. відбулося перше засідання тристоронньої координаційної комісії.

23-24 березня 2016 р. в Одесі відбулась четверта зустріч тристоронньої координаційної комісії. До порядку денного було включено питання розробки та реалізації спільних програм моніторингу в дельті Дунаю та нижнього Прута.

Основні питання, що розглядались на зустрічі:

– створення спеціальної підгрупи для розширеного моніторингу рибних ресурсів. Сторони домовились надати кандидатури національних експертів до 30 квітня 2016 р. Румунська сторона взяла на себе організацію першого засідання робочої підгрупи за цим питанням у липні 2016 р.;

– сприяння Румунії гармонізації законодавства Республіки Молдова та України з нормами ЄС у сфері охорони навколишнього середовища;

– розробка та реалізація спільних програм моніторингу в дельті Дунаю та Нижнього Прута, зокрема обговорювалась запропонована Україною програма спільного моніторингу.

На четвертій зустрічі тристоронньої координаційної комісії Міністерства навколишнього середовища та територіального планування Республіки Молдова, Міністерства вод, лісів та захисту навколишнього середовища Румунії й Міністерства екології та природних ресурсів України у 2016 р. Сторони дійшли згоди щодо визначення та узгодження національних експертів для різних підгруп спільного моніторингу дельти Дунаю.

Були запропоновані наступні моніторингові підгрупи: моніторинг рибних ресурсів (включаючи осетрових); пріоритетні групи та види рослин і тварин; види-вселенці (інвазійні види); орнітофауна; флора й рослинність; водні екосистеми; гідрохімія; гідрологія; аналіз матеріалів космічної зйомки. Координацію цих питань було покладено на УКРНДІЕП. Українською стороною підготовлено список експертів та передано Румунській та Молдовській сторонам з проханням надати свої пропозиції.

20 квітня 2017 р. у м. Одеса на робочій зустрічі співвиконавців були підведені підсумки виконаних робіт з комплексного екологічного моніторингу ГСХ Дунай - Чорне море у 2016 р., а також обговорювалась можливість розвитку робіт у рамках співпраці Україна-Румунія-Молдова та пропозиції співвиконавців стосовно окремих розділів проекту міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю, які були взяті до уваги.

Впродовж 2017 р. УКРНДІЕП було розроблено Проект міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю (далі Програма, Додаток Л). У проекті визначено мету, стратегію та етапи розвитку міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми, порядок звітності, список українських установ, які мають бути залучені до впровадження спільного моніторингу, обсяг робіт та пропозиції щодо регулярних гідрологічних і гідрохімічних спостережень (пункти спостережень, параметри, що вимірюються, частота відбору проб), аналізів донних відкладів, гідробіологічних досліджень р. Дунай та морського узбережжя у сезонному аспекті, моніторингу іхтіофауни та природних ресурсів, біорізноманіття. Також були

переглянути й доповнені методи кількісних вимірювань і необхідне приладове забезпечення. Проект Програми був відправлений на розгляд до Міністерства екології та природних ресурсів України. [3]

У 2018 р. рішенням Міжвідомчої координаційної ради (далі МКР) з питань реалізації в Україні Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті було визначено ряд необхідних до виконання заходів, у тому числі питання, пов'язанні зі спільним моніторингом р. Дунай (Протокол від 21.05.2018).

На виконання рішень МКР УКРНДІЕП було доопрацьовано проект Програми моніторингу дельти р. Дунай на основі методології МКЗД та оновлено склад групи експертів для проведення моніторингу дельти р. Дунаю. Результати роботи було надіслано до Мінприроди для подальшого впровадження.

Рішення Міжвідомчої координаційної ради МКР також слугували підставою для виконання Науково-дослідною установою «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» роботи «Аналіз впливу на навколишнє середовище дельти р. Дунай, що випливає із вже впроваджених робіт, пов'язаних з проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» (1 етап та на повний розвиток) із розробкою компенсаційних заходів та заходів щодо пом'якшення ймовірного впливу на підставі матеріалів комплексного екологічного моніторингу 2004-2017 років та результатів натурних контрольних спостережень (принаймні у транскордонному контексті)». (Харків, УКРНДІЕП, 2019 [4]).

У ході виконання цієї роботи в 2019 р. було наголошено на необхідності прискорення робіт щодо завершення створення спільного україно-румунсько-молдовського моніторингу усієї дельти Дунаю та організації роботи спільної україно-румунсько-молдовської робочої групи стосовно співробітництва з питань транскордонних впливів господарської діяльності на екологічний стан дельти Дунаю. На даний час домовленості відносно коригування та реалізації міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю не завершені.

Для узгодженої оцінки транскордонного впливу антропогенної діяльності у дельті Дунаю доцільно, у межах об'єднаного україно-румунсько-молдовського екологічного моніторингу, прискорити розробку регламенту та спільної методології транскордонної оцінки імовірних впливів на довкілля, оскільки синхронізація спостережень є необхідною умовою проведення спільного україно-румунсько-молдовського екологічного моніторингу гирлової ділянки Дунаю.

Було виконано аналіз системи моніторингу масиву поверхневих вод та управління водними ресурсами України, Румунії й Молдови, в результаті якого було встановлено наступне.

1. Координуючу функцію у системі моніторингу в басейні р. Дунай на території України покладено на Департамент екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. Дослідження за найбільш розширеним переліком показників проводить Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО).

2. Програми моніторингу поверхневих водних об'єктів, підземних вод та охоронюваних територій в Румунії впроваджуються Національною адміністрацією «Румунські води» через територіальні підрозділи (Банат, Жиус, Олт, Арджеш-Ведеа, Бузеу-Яломниця, Прут, Добруджа-Літораль). Моніторинг якості поверхневих вод у басейні Дунаю на території Румунії здійснюється систематично на 78 моніторингових ділянках: 35 ділянок на річці, 30 ділянок на озерах та 13 ділянок на восьми водосховищах. Із загальної кількості ділянок 9 є транскордонними, з яких 3 ділянки розташовані на річці та 6 – на озерах.

3. Державна Гідрометеорологічна Служба Молдови є єдиною установою на національному рівні, яка здійснює моніторинг якості компонентів навколишнього природного середовища на всій території республіки Молдова. Спостереження за якістю масивів поверхневих вод, а також за багатьма іншими чинниками навколишнього середовища здійснюється Управлінням Моніторингу Якості Навколишнього Середовища (УМЯНС) при Державній Гідрометеорологічній Службі, яка має у розпорядженні велику мережу пунктів спостережень по всій території республіки. Мережа спостережень ДГМС Молдови за якістю поверхневих вод включає у загальній кількості 56 пунктів спостережень, розташованих на 17 великих і малих річках, 5 великих водоймах, 3 природних озерах і в одному естуарії. 30 пунктів розташовані у басейні р. Дністер, 24 пункти – у басейнах річок Прут і Дунай, а також Чорного моря. Пункти спостережень розташовані поблизу великих міських районів. Моніторинг дифузного забруднення поверхневих вод у Республіці Молдова не проводиться.

4. У Молдові з 2007 р. здійснення моніторингу якості поверхневих вод орієнтоване на вимоги Водної Рамкової Директиви за біологічними й хімічними показниками, з наступними змінами щодо оптимізації точок відбору проб та їх частоти. Також було розпочато спостереження за станом вищої водної рослинності. В Україні впроваджуються роботи щодо інтеграції системи моніторингу відповідно до ВРД ЄС 2000/60/ЄС та ряду інших нормативних документів стосовно оцінки якості поверхневих вод. Лише у Румунії

створена інтегрована система моніторингу відповідно до ВРД ЄС 2000/60/ЄС та всіх європейських вимог у сфері водних ресурсів.

5. Україна, Румунія та Молдова мають розроблені нормативні документи для проведення оцінки якості поверхневих вод за 5 класами якості. Найбільший перелік показників включено у Молдавський стандарт якості поверхневих вод. До нього входить весь перелік пріоритетних забруднюючих речовин згідно з ВРД ЄС 2000/60/ЄС, але він не включає ряд речовин, за якими проводять моніторингові дослідження Україна та Румунія.

6. Проаналізовано перелік показників, за якими виконується транскордонний моніторинг на території Молдови, Румунії та України. Запропоновано перелік основних показників, які необхідно використовувати в Українсько-Румунсько-Молдовській Програмі. Особливої уваги потребує уточнення переліку пріоритетних речовин згідно з ВРД ЄС 2000/60/ЄС, за яким необхідно проводити моніторингові дослідження та їх регламент. [5]

Основною метою міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю є інформаційне забезпечення державних систем управління та міждержавної басейнової системи управління в дельті Дунаю, включно з плануванням заходів та оцінкою ефективності їх реалізації, інформаційне забезпечення національних державних установ.

Стратегія програми моніторингу дельти Дунаю може бути спрямована на вирішення наступних двох завдань: моніторинг та оцінка ефективності реалізації програм і планів з оздоровлення дельти Дунаю; моніторинг транскордонного навантаження. (Програма 2017, Додаток Л)

Для реалізації стратегії програми екологічного моніторингу необхідне створення репрезентативної мережі спостережень, розроблення регламенту спостережень, забезпечення якості та достовірності результатів спостережень.

У Програмі визначено основні принципи формування мережі станцій міжнародного екологічного моніторингу; вимоги до матеріально-технічної та методичної бази; критерії відбору лабораторій і організацій, які можуть брати участь у реалізації базової Програми моніторингу; розглянуто й уточнено питання оцінки якості вод і транскордонного перенесення, організації спільного моніторингу, обсягів робіт і регулярних спостережень, звітування, фінансових ресурсів, інформаційного менеджменту, навчання. Складено перелік головних виконавчих організацій України, відповідальних за впровадження робіт за Спільним моніторингом, запропоновано подібні переліки для Румунії та Молдови.

Створення мережі та розвиток міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю може відбуватися у три етапи.

I. Формування міжнародного транскордонного моніторингу на основі існуючих національних систем моніторингу відповідно до цілей стратегії транскордонного моніторингу.

II. Удосконалення мережі спостережень і матеріально-технічної бази, оптимізація регламенту спостережень у відповідності зі стратегією міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу.

III. Реалізація міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу в запланованих обсягах, визначених стратегією Програми моніторингу. (Програма 2017, Додаток Л)

У Програмі визначені завдання й показники успішності реалізації кожного етапу для забезпечення переходу до наступного. Наприкінці кожного етапу пропонується здійснення критичного аналізу й оцінки ефективності Програми на предмет її відповідності вимогам інформаційного забезпечення міжнародних органів басейнового управління та розроблення рекомендацій з її вдосконалення.

## Висновки до розділу 12

1. Пониззя Дунаю та його дельта у межах України відноситься до категорії транскордонних об'єктів. Оцінка екологічного стану цих вод представляє інтерес як на національному, так і міжнародному рівні, що обумовлює необхідність проведення комплексного моніторингу та розроблення й реалізації природоохоронних заходів з урахуванням всієї системи дельти Дунаю.

2. З метою вирішення основних проблем моніторингу якості вод в Україні доцільно враховувати досвід розроблення та впровадження Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні глибоководного суднового ходу (ГСХ) «Дунай – Чорне море» у 2004-2006 рр., що дозволило отримати великий обсяг натурних даних для об'єктивної оцінки впливу на навколишнє природне середовище першої черги робіт з відновлення ГСХ, визначити пріоритетні напрямки, на яких моніторингові роботи мають бути посилені, оптимізувати комплекс моніторингових робіт у цілому.

3. За підсумками українсько-румунських консультацій у 2015 р., з урахуванням рекомендацій Комісії Еспо у 2006 р. та пропозицій Всесвітнього фонду природи Сторони дійшли до визнання необхідності проведення двостороннього моніторингу дельти р. Дунай відповідно до створеної Програми спільного транскордонного моніторингу екологічного стану дельти Дунаю.

4. На підставі співробітництва у рамках кількох зустрічей тристоронньої координаційної комісії 2011-2017 рр. УКРНДІЕП було розроблено Проект міжнародної

Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю, реалізація якої запропонована у три етапи:

I. Формування міжнародного транскордонного моніторингу на основі існуючих національних систем моніторингу відповідно до цілей стратегії транскордонного моніторингу.

II. Удосконалення мережі спостережень і матеріально-технічної бази, оптимізація регламенту спостережень у відповідності зі стратегією міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу.

III. Реалізація міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу в запланованих обсягах, визначених стратегією Програми моніторингу.

Визначені завдання й показники успішності реалізації кожного етапу для забезпечення переходу до наступного. Наприкінці кожного етапу пропонується здійснення критичного аналізу та оцінки ефективності Програми на предмет її відповідності вимогам інформаційного забезпечення міжнародних органів басейнового управління й розроблення рекомендацій з її вдосконалення.

5. У ході уточнення Програми запропоновано перелік основних показників, які необхідно використовувати в Українсько-Румунсько-Молдовській Програмі на підставі аналізу переліку показників, за якими проводиться транскордонний моніторинг на території Молдови, Румунії та України. Підкреслюється, що особливої уваги потребує уточнення переліку пріоритетних речовин згідно з ВРД ЄС 2000/60/ЄС, за яким необхідно проводити моніторингові дослідження, та їх регламент.

6. З метою додаткового інформаційного забезпечення розробки ОВД з оцінки впливу на довкілля планової діяльності «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного каналу суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» було розширено перелік показників та територій в зоні діяльності реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного каналу суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти». Результати цих досліджень наведені у відповідних розділах звіту з ОВД.

### 13 РЕЗЮМЕ НЕТЕХНІЧНОГО ХАРАКТЕРУ

#### Планована діяльність і її цілі

Планована діяльність з реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» зосереджена на українській ділянці дельти Дунаю, утвореної при впадінні ріки у Чорне море. Траса ГСХ проходить Кілійським рукавом від його початку (мис Ізмаїльський Чатал), Старостамбульським рукавом до розгалуження з рукавом Бистрий і далі рукавом Бистрий та прилеглою до нього ділянкою узмор'я.

Судноплавство по Кілійському рукаву та рукавах Кілійської дельти у регіоні Придунав'я є одним з основних традиційних видів діяльності, починаючи з середини ХІХ століття. Розташовані у Кілійському рукаві морські порти Ізмаїл, Рені та Кілія налічують, відповідно, 180, 160 і 120 років.

Рукав Бистрий використовувався для судноплавства до 1958 р, після чого він був законсервований для військових потреб.

З 1957 р. по 1994 р. для пропуску суден типу «ріка-море» с осадкою 3,5–4,0 м в Очаківський і Кілійський рукави використовувався канал Прірва, який перестав функціонувати через постійне замулення.

Кілійський рукав р. Дунай входить до складу VII міжнародного транспортного коридору.

Відсутність суднового ходу на українській ділянці дельти Дунаю завдає незалежній Україні серйозних економічних, стратегічних і соціальних збитків, що свідчить про об'єктивну необхідність відновлення судноплавства по рукавах Кілійської дельти.

Цілями планованої діяльності є:

- відновити національне та міжнародне судноплавство на українській ділянці ГСХ р. Дунай - Чорне море (по трасі 7-го міжнародного транспортного коридору)
- створити сприятливі умови для роботи національних судноплавних компаній, портів, суднобудівельних та судноремонтних заводів;
- стимулювати економічне відновлення морегосподарського комплексу українського Придунав'я;
- забезпечити диверсифікацію експортних потоків продукції українського агропромислового комплексу в умовах воєнної конфронтації з Росією.

Глибоководний судновий хід по рукавах Кілійський і Бистрий сприятиме підвищенню економічності і безпеки судноплавства у басейні Дунаю. Отже, наявність



глибоководного суднового ходу на українській ділянці дельти Дунаю відповідає господарським потребам Європейського співтовариства.

Місцями проведення робіт є перекати Кілійського рукава, ділянка розгалуження рукавів Старостамбульський і Бистрий та морський бар рукава Бистрий.

Реконструкція об'єктів будівництва передбачена в одну чергу з виділенням пускових комплексів (ПК).

Технічні характеристики будівництва першого ПК прийняті у відповідності з фактично досягнутими параметрами ГСХ. У складі першого ПК передбачено реконструкцію огорожувальної дамби з північної сторони морського підхідного каналу довжиною 1670 м, облаштування берегових відвалів та будівництво струмененапрямної дамби з берегоукріпленнями на 11 км суднового ходу.

У складі другого ПК передбачена реконструкція траси ГСХ зі збільшенням глибини до 7,68 м для проходу розрахункових суден з параметрами: довжина 125,0 м, ширина 17,0 м та осадка 5,0 м та будівництва огорожувальної дамби з південної сторони морського підхідного каналу довжиною 2970 м.

У складі третього ПК передбачено реконструкцію траси ГСХ зі збільшенням глибини до 10,0 м для забезпечення проходу суден з осадкою до 7,2 м., та подовження на 1570 м огорожувальних дамб, побудованих у складі першого та другого ПК, з виходом у море на глибини >10,0 м).

Складування ґрунтів днопоглиблення передбачено у берегові відвали на лівому березі Кілійського рукава і на існуючий морський відвал ґрунту, розташований на відстані понад 8 км від берегової лінії на схід від гирла рукава Бистрий.

### **Альтернативи планованої діяльності**

Вибір варіанта траси глибоководного суднового ходу, що передбачає вихід з Кілійського рукава в Чорне море по рукавах Старостамбульський – Бистрий (далі ГСХ Дунай – Чорне море), був зроблений на підставі порівняння більше 10 варіантів, розроблених на рівнях техніко-економічних обґрунтувань і проектних пропозицій. Розглянуті варіанти охоплювали всі практично можливі способи забезпечення судноплавства в українській ділянці дельти Дунаю і передбачали використання як існуючих рукавів, так і штучних судноплавних каналів. Перевага обраному варіанту траси була надана за результатами проведеної порівняльної оцінки впливу на навколишнє природне середовище запропонованих варіантів траси із застосуванням експертно-аналітичних процедур з врахуванням комплексу екологічних критеріїв, зокрема, транскордонного впливу на біорізноманіття білатерального біосферного заповіднику у дельті Дунаю.

**Основні джерела і фактори впливу ГСХ на навколишнє середовище**

<b>Види робіт і джерела впливу</b>	<b>Фактори впливу</b>
<i>Будівельний період</i>	
<p>1. Виїмка ґрунту на ділянках русла та морського підхідного каналу. Складування ґрунту в руслові та берегові відвали і морське звалище. Комплекс машин і механізмів</p>	<p>1.1. Пошкодження дна на ділянках річкового русла, морського підхідного каналу та захисної дамби 1.2. Пошкодження дна на ділянці морського звалища 1.3. Заняття земель під берегові відвали 1.4. Втрати ґрунту при виїмці та дампінгу (по ділянках траси) 1.5. Контакт складованого ґрунту з морською водою 1.6. Надходження зворотних вод з берегових відвалів 1.7. Шум від роботи механізмів 1.8. Викиди в атмосферу від роботи двигунів</p>
<i>Експлуатаційний період</i>	
<p>2. Ремонтні днопоглиблювальні роботи. Складування ґрунту до руслових та берегових відвалів і на морське звалище. Комплекс машин і механізмів</p>	<p>2.1. Пошкодження дна на ділянках річкового русла та морського підхідного каналу при виїмці ґрунту 2.2. Пошкодження дна на ділянці морського звалища 2.3. Заняття земель під берегові відвали 2.4. Втрати ґрунту при виїмці 2.5. Контакт складованого ґрунту з морською водою 2.6. Надходження зворотних вод з берегових відвалів 2.7. Шум від роботи механізмів 2.8. Викиди в атмосферу від роботи двигунів</p>
<p>3. Комплекс гідротехнічних споруд і судна, що проходять судовим ходом</p>	<p>3.1. Проріз і дамби в зоні бара як дельтоформуєчі елементи 3.2. Змінені морфометричні та гідродинамічні параметри водотоків та барової області 3.3. Хвильобій при проходженні суден 3.4. Надходження забруднюючих речовин при аваріях 3.5. Занесення нових представників флори та фауни 3.6. Шум при роботі двигунів 3.7. Викиди в атмосферу забруднюючих речовин</p>

Ключовими факторами довкілля, найбільш чутливими до планованої діяльності у транскордонному контексті є водне середовище і найбільш цінні складові біосу дельти, існування яких пов'язане з водним середовищем – риби та птахи.

**Вплив на водне середовище** відповідно з висновками Комісії із запиту складається з впливу на гідрологію р. Дунай, впливу на витрати наносів, поширення завислих речовин і морфологію прибережної зони, впливу на забруднення річкових і прибережних вод.

#### ***Вплив на гідрологію р. Дунай***

За результатами прогнозних розрахунків перерозподіл стоку в дельті Дунаю в наслідок створення ГСХ не торкнеться системи Очаківського рукава. Збільшення витрат у Кілійському рукаві складе близько 1%. Такий вплив є незначним, особливо з урахуванням того, що через гідротехнічне будівництво, здійснюване Румунією для забезпечення судноплавства по Тульчинському і Сулінському рукавах, витрати води в Кілійському рукаві наприкінці минулого століття поступово зменшувалися.

*Вплив на розподіл витрат між Кілійським і Тульчинським рукавами і на динаміку рівнів води у Кілійському рукаві у своєму заключному звіті Комісія із запиту оцінила транскордонний як імовірний незначний.*

*Вплив днопоглиблювальних робіт на розподіл води між рукавами Бистрий і Старостамбульський і динаміку водних рівнів у рукаві Бистрий оцінено Комісією із запиту як імовірно значний транскордонний вплив.*

Математичне моделювання впливу морського підхідного каналу на розподіл витрат води між рукавами Бистрий і Старостамбульський, виконане для діапазону витрат від мінімальної до максимальної, засвідчило, що будівництво ГСХ може викликати лише незначне зменшення витрат води у Старостамбульському рукаві з максимальним значенням до 1 % витрат у повінь при максимальних витратах води, що майже на порядок менше, ніж прогнозовані у висновках Комісії із запиту.

Рівень води у Старостамбульському рукаві нижче розгалуження з Бистрим максимально може знизитися в результаті будівництва ГСХ менш ніж на 1 см (у повень). Зниження рівня води у рукаві Бистрому за цих умов становитиме менше 2 см. Такі незначні зміни гідрологічного режиму рукавів Старостамбульський і Бистрий не можуть призвести до втрати акваторій, використовуваних рибами для нересту і розвитку молоді, а птахами – для гніздування і харчування. Це дозволяє зробити обґрунтований висновок щодо відсутності імовірних значних гідрологічних транскордонних впливів ГСХ Дунай – Чорне море.

*Пом'якшувальні заходи*

За результатами проведених уточнюючих модельних розрахунків ефективності струмененапрямної дамби, запроєктованої по лівому берегу Старостамбульського рукава перед відгалуженням рукава Бистрий для запобігання збільшення витрат води у останньому, встановлено, що вплив дамби є загалом незначним, але сумірним зі змінами цих параметрів, викликаними днопоглиблювальними роботами з реконструкції ГСХ.

Таким чином, за умов реалізації у повному обсязі планованої діяльності з реконструкції об'єктів ГСХ імовірний транскордонний вплив на рівні і витрати води у рукавах Старостамбульській і Бистрий є неістотним.

Щодо імовірного впливу такого перерозподілу стоку на функціонування протоки Мусура, то на стадії післяпроектного аналізу при виявленні тенденції істотного зменшення витрат у цій протоці можуть бути розроблені відповідні пом'якшувальні гідротехнічні заходи.

За даними гідрологічного моніторингу починаючи з 2004 року не виявлено істотних змін у розподілі стоку Дунаю між рукавами дельти та у динаміці рівнів води у рукаві Бистрий, пов'язаних з введенням в експлуатацію об'єктів ГСХ Дунай – Чорне море.

***Вплив на витрати наносів, поширення завислих речовин і морфологію прибережної зони***

*Вплив на збільшення мутності річкових і морських вод під час днопоглиблювальних робіт* Комісія із запиту визнала імовірним транскордонним, але послалася на відсутність достатньої інформації для визначення його значущості. При цьому було відзначено, що цей вплив є дуже великим за просторовими і часовими масштабами, але є незначним транскордонним впливом у порівнянні з фоновими величинами транспорту наносів і мінливістю їх вмісту.

Для поглибленої оцінки транскордонного впливу підвищення мутності води Дунаю при проведенні днопоглиблювальних робіт у русловій частині ГСХ були виконані прогнозні розрахунки розподілу тонкодисперсних завислих речовин на прикордонних ділянках річищ Кілійського рукава перед відгалуженням рукава Бабина та Старостамбульського рукава нижче відгалуження рукава Бистрий, де цей вплив може бути найбільш значущим.

За результатами розрахунків у воді, що потрапляє з Кілійського рукава до рукаву Бабина, підвищення вмісту завислих речовин при максимальному наближенні земснарядів до місця розгалуження рукавів складе менше 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, що не може бути визначено прямими вимірюваннями. Такий транскордонний вплив є неістотним.

У Старостамбульському рукаві підвищення вмісту у воді завислих речовин на відстані 1 км вниз за течією не перевищить  $4 \text{ мг/дм}^3$ , а на відстані 8 км (в місці відгалуження рукава Мусура) складе менше  $3 \text{ мг/дм}^3$ . В умовах звичайно підвищеної мутності води Дунаю, таке додаткове підвищення концентрації зависей за рахунок днопоглиблювальних робіт є неістотним і не може бути визначене безпосередніми вимірюваннями. Шлейф підвищеної мутності не наблизиться до берегів рукава на відстань менше 100 м і, таким чином, не досягне Румунського берега.

Згідно з результатами моделювання розсіювання шлейфу підвищеної мутності, утвореного внаслідок днопоглиблення на барі рукава Бистрий, за умов його поширення вздовжбереговою течією у бік Румунії, вміст у воді завислих речовин на кордоні України не перевищить фонових значень.

Отже, транскордонний вплив підвищення мутності води від днопоглиблювальних робіт у Кілійському і Старостамбульському рукавах та на барі рукава Бистрий є незначним.

*Збільшення мутності морської води в результаті дампінгу* Комісія оцінила як імовірно значний транскордонний вплив, оскільки за умов південних уздовжберегових течій прогнозоване збільшення концентрацій завислих речовин на румунському кордоні дорівнює фоновому рівню.

За результатами проведених модельних розрахунків для умов існуючого морського відвалу ґрунту з використанням сценарію та параметрів, що наведені в звіті експерта з гідроморфології Комісії із запиту, найбільша середня концентрація завислих намулів на румунському кордоні становить  $2 \text{ мг/л}$ , що у 2,5 рази менше ніж значення розраховане експертом. Але, оскільки ця концентрація знаходиться на нижній межі діапазону, визначеного експертом Комісії із запиту як небезпечний для довкілля, було проаналізовано можливість зменшення впливу підвищеної концентрації завислих намулів від дампінгу у морській воді на кордоні з Румунією шляхом збільшення відстані від точки дампінгу ґрунту до кордону, зменшення глибини місця дампінгу, та/або зменшення інтенсивності звалювання.

Найбільш раціональним *пом'якшувальним заходом* визнано обмеження інтенсивності дампінгу шляхом регламентації частоти розвантаження барж.

*Локальний морфологічний вплив огорожувальної дамби і експлуатаційного днопоглиблення бару рукава Бистрий на прибережну смугу Кілійської дельти* Комісія із запиту оцінила як імовірно значний, але через недостатність інформації не змогла винести судження щодо значущості будь-яких імовірних транскордонних впливів ГСХ на румунські прибережні території між Кілійським і Сулінським рукавами.

Для уточнення оцінки можливого транскордонного впливу споруд ГСХ у баровій

зоні рукава Бистрий (морський підхідний канал і огорожувальна дамба) на прибережну зону в районі між гирлом рукава Бистрий та гирлом рукава Старостамбульський виконано модельні розрахунки за допомогою моделюючого комплексу COASTOX-MORPHO, який включає ланцюжок моделей “хвилі – прибережні течії – транспорт намулів – переформування донної поверхні”, що дозволяє прогнозувати переформування дна та берегів.

Модельні сценарії включали варіанти без споруд ГСХ, з каналом без дамби, з „короткою дамбою”, яка відповідає спорудженому у 2004 році фрагменту, і з паралельними дамбами.

Одержані результати демонструють, що вплив будівництва ГСХ і дамб на динаміку розмивів і замулення є незначним і відслідковується на відстані не більше 5-6 км на південь від гирла рукава Бистрого при тому, що морський українсько-румунський кордон проходить на відстані близько 16 км від гирла.

За результатами моделювання можна упевнено стверджувати, що навіть за наявності двох паралельних дамб деякі незначні локальні зміни морфодинамічних процесів є імовірними лише у районі ГСХ і не поширюватимуться на територію Румунії, отже *значні транскордонні впливи на вздовжбереговий транспорт наносів є неімовірними*.

*Запропоноване Комісією по запиту перенесення морського відвалу ґрунту ближче до берега з метою повернення у літоральні процеси складованих наносів, вилучених при днопоглибленні МПК, є недоцільним*, оскільки при моделюванні враховувалося вилучення з літоральних процесів наносів, що видаляються з морського підхідного каналу, і за цих умов істотних розмивів берегової лінії і коси Пташиної не прогнозовано.

*Застереження румунських фахівців щодо можливого спрямування огорожувальними дамбами наносів у бік Румунії не є обґрунтованими*, оскільки за результатами моделювання, які добре узгоджуються з даними космічних знімків, поле наносів, що генерується витоком з Бистрого у північній частині району, не впливає на поле наносів що формується витоком з Старостамбульського рукава у південній частині району. Будівництво ГСХ впливає лише на північну систему, отже ймовірні зміни північного поля наносів не поширяться на румунську частину дельти.

#### *Вплив на забруднення річкових і прибережних вод*

За результатами роботи Комісії із запиту визнано неімовірним значний транскордонний вплив на токсичність та на основні показники забруднення річкової і морської води, а саме, на концентрацію сполук азоту, важких металів, органічних речовин. Цей висновок знайшов своє підтвердження і за результатами багаторічного екологічного моніторингу в українській частині дельти Дунаю, хоча були одержані свідчення впливу

інших антропогенних джерел забруднення на ці показники якості води у нижній течії Дунаю.

### **Вплив на риб**

*Такі впливи, як впливи збільшення вмісту завислих речовин на риби і їх кормову базу, впливи на гідробіонтів погіршення якості води, та проникнення солоних вод до рукава Бистрий Комісія із запиту визнала «неймовірно значними транскордонними». Ці висновки збігаються з висновками ОВД, які базувалися на результатах прогнозування впливу днопоглиблювальних робіт на якість річкової і морської води та на результатах багаторічного екологічного моніторингу в українській частині дельти.*

Близьким до цього переліку по своїй сутності є окремо виділений Комісією *"вплив збільшення концентрації завислих речовин нижче за течією від місць проведення днопоглиблювальних робіт на риби"*. Це формулювання у кінцевому переліку впливів, сформованому Комісією по запиту, віднесено відразу до двох градацій: *"імовірно значні транскордонні впливи"* і *"імовірні негативні транскордонні впливи, але недостатньо інформації, щоб судити про їх значущість"*. Виходячи з наведених у ОВД результатів досліджень поширення завислих речовин на найбільш чутливих до транскордонного впливу руслових ділянках ГСХ і з того факту, що до цього часу безпосередніми вимірюваннями в рамках багаторічного моніторингу дельти не зафіксовано підвищення концентрації завислих речовин нижче місць роботи земснарядів у порівнянні з фоновими значеннями, слід вважати цей вплив суто локальним, хоча це не заперечує доцільності подальшого його вивчення на стадії післяпроектного аналізу.

*Пом'якшувальні заходи.* Передбачено обмежувальне регулювання інтенсивності днопоглиблювальних робіт у період меженних витрат води у рукавах і максимальне обмеження цих робіт в період нересту риби і скочування молоді риби (під максимальним обмеженням розуміється можливість таких робіт лише у разі виникнення безпосередньої загрози безпеці судноплавства з обов'язковим отриманням спеціального дозволу від державних органів, відповідальних за забезпечення екологічної безпеки).

За чинним законодавством України при виконанні днопоглиблювальних робіт передбачено обов'язкову грошову компенсацію впливів зміни концентрації завислих речовин і хімічних інгредієнтів у воді на молодь риби та на кормові організми. Розміри цієї компенсації визначаються за затвердженими методиками і залежать від складу та маси забруднюючих речовин, що потрапляють у воду, а також від маси кормових організмів в районі утворення вогнища забруднення.

*Вплив днопоглиблювальних робіт на барі рукава Бистрий та огорожувальних дамб морського підхідного каналу на міграцію осетра і оселедця* оцінено Комісією із запиту як малоімовірний значний транскордонний вплив, що на думку Комісії також виключає значний негативний транскордонний вплив на комерційне рибальство. Водночас, у кінцевому переліку впливів, сформованому Комісією "вплив на міграцію риб, які проходять повз місця проведення днопоглиблювальних робіт або повз змінені внаслідок цього ділянки між місцями мешкання вздовж кордону," віднесено до градації "імовірні негативні транскордонні впливи, але недостатньо інформації, щоб судити про їх значущість". Виходячи з цього, вивчення цього впливу було заплановано у складі додаткових досліджень, які не були проведені у повному обсязі через форс-мажорні обставини. Такі дослідження буде продовжено на стадії післяпроектного аналізу.

На стадії післяпроектного аналізу буде продовжено й вивчення *впливу дампінгу на бентосну фауну в районі морського відвалу ґрунту внаслідок збільшення концентрації і розподілу завислих речовин, втрати місць мешкання і знищення організмів, що є кормом для риб*, оскільки у висновках Комісії із запиту цей вплив віднесено як до найімовірніших значних впливів, так і до градації "імовірні негативні транскордонні впливи, але недостатньо інформації, щоб судити про їх значущість".

Результати вже проведених досліджень засвідчують, що у межах морського відвалу ґрунту є ділянки як з відсутністю макрозообентосу, так і з його значним розвитком; таку мозаїчність слід вважати наслідком нерівномірного звалювання ґрунту в межах звалища у часі (що відповідає технології послідовного почергового заповнення території звалища) і відносно швидкого відновлення бентосу після дампінгу, завдяки чому вплив дампінгу на розвиток бентосу є локальним, не має ознак кумуляції і не може розцінюватися як імовірний значний у транскордонному контексті.

*Пом'якшувальні заходи.* Місце під морський відвал обрано в районі зі збідненим бентосом. Передбачено технологію складування ґрунтів, відповідно до якої дампінг здійснюється в межах окремого сегменту площі морського відвалу ґрунту протягом певного часу, достатнього для відновлення бентосних організмів в інших сегментах.

Уточнення оцінки *транскордонного впливу проходу суден на риб*, щодо якого Комісія із запиту констатувала неможливість визначення імовірності через недостатність інформації (Заключний звіт Комісії, підрозділ 6.6, п.10) віднесено до стадії післяпроектного аналізу..

До імовірно значних негативних транскордонних впливів на риб Комісією віднесено "тривалі перешкоди відновленню порушених для використання рибами ділянок дна, які чинитимуться експлуатаційними днопоглиблювальними роботами, що повторюються",



вплив морфологічних модифікацій, зокрема, берегоукріплення, що призводить до уніфікації і деградації умов існування, а також кумулятивний вплив збільшення завислих речовин, втрати і модифікації місць мешкання та погіршення якості води.

*Щодо впливу експлуатаційних днопоглиблювальних робіт, що повторюються, і морфологічних модифікацій на використання рибами періодично порушуваних ділянок dna за результатами натурних досліджень по програмі екологічного моніторингу в період експлуатації ГСХ з досягнутими на цей час параметрами можна зробити такі висновки:*

- у русловій частині ГСХ потреба у повторному днопоглибленні виникатиме епізодично на обмежених ділянках, після чого бентосні угруповання будуть встигати відновлюватися до природного стану; ділянки, де існувала б потреба у частому і регулярному проведенні днопоглиблювальних робіт, не виявлені;

- перекати і нестабільні берегові укоси, де зосереджуються роботи з днопоглиблення і берегоукріплення, піддаються перманентному природному переформуванню, внаслідок чого характеризуються слабким розвитком донної фауни і не мають великого значення як місця харчування і мешкання риб, отже, як природне переформування русел, так і техногенне пошкодження ґрунту у рукавах при виконанні робіт з днопоглиблення і берегоукріплення не може призводити до істотних негативних впливів на іхтіо- і орнітофауну, тим більше у транскордонному контексті;

- у межах морського підхідного каналу унаслідок періодичного відкладання і перевідкладання донних наносів та повторюваних днопоглиблювальних робіт розвиток бентосу є слабким, але площа цієї ділянки у порівнянні з усією площею барової зони рукава Бистрий складає лише близько 10%, а по відношенню до зони нагулу у межах узмор'я дельти висування Кілійського рукава – близько 0,6%; отже, вплив повторюваних експлуатаційних днопоглиблювальних робіт у межах морського підхідного каналу на кормову базу риб є локальним і не може розцінюватися як імовірний значний у транскордонному аспекті;

*Аналіз імовірного кумулятивного **транскордонного впливу судноплавства, втрат місць мешкання та/або турбування на життя риб і птахів** дельти Дунаю проведено з застосуванням експертно-аналітичних процедур. За результатами аналізу визначено фактори та джерела впливу, від яких більш усього залежить екологічна безпека при кумуляції впливів, та виділено найбільш ефективні заходи щодо запобігання кумуляції впливів та забезпечення екологічної безпеки експлуатації ГСХ, що у подальшому дозволить найбільш цілеспрямовано та раціонально витратити зусилля на реалізацію комплексних природоохоронних заходів у дельті Дунаю. Результати проведеного аналізу довели, що передбачений комплекс природоохоронних заходів дозволяє запобігти істотному*

транскордонному кумулятивному впливові ГСХ у період експлуатації на життя риб і птахів дельти Дунаю.

#### *Пом'якшувальні заходи*

За результатом порівняльного аналізу найбільш ефективним заходом виявилось компенсаційне відновлення місць мешкання на північних ділянках Дунайського біосферного заповідника (включаючи о. Єрмаків), де відбулася деградація біоценозів внаслідок спільної дії процесів природної еволюції дельти і господарської діяльності з підтримання судноплавства по рукавах. Другим за ефективністю визначено створення струмененапрямної дамби в місті відгалуження рукава Бистрий, яка має запобігати техногенному перерозподілу стоку між рукавами Бистрий і Старостамбульський. На третьому місці за ефективністю знаходиться відновлення природної рослинності прируслових валів рукава Бистрий, деградованої внаслідок природних процесів розвитку цього рукава. Цей засіб дозволить зберегти місця мешкання тваринних популяцій по берегах рукава і мінімізувати потребу у гідротехнічному берегоукріпленні. Досить ефективними визнано такі заходи, як обмеження днопоглиблювальних робіт у період нересту, скату молоді риб і гніздування птахів, а також розкриття бару рукава Старостамбульський.

Останній захід є допоміжним (або альтернативним) по відношенню до будівництва струмененапрямної дамби, оскільки також збільшує витрати у Старостамбульському рукаві. У цьому ж контексті може розглядатися і пропозиція щодо розкриття бару рукава Мусура. Однак ці заходи можуть викликати власні негативні впливи на біоту цих рукавів і коси Нова земля, що розташовані поблизу кордону з Румунією, тому їх доцільність має визначатися з урахуванням позиції Румунської сторони.

Наприкінці аналізу впливів ГСХ на риб слід зазначити, що до цього часу моніторинговими іхтіологічними дослідженнями не встановлено негативних тенденцій у динаміці популяцій риб, що проходять рукавом Бистрий.

#### **Вплив на птахів**

У експертних висновках, наведених у підрозділі 6.7 Заключного звіту Комісії із запиту, значущість транскордонних впливів на птахів від втрат місць мешкання у ряді пунктів поставлено у залежність від змін гідрологічних і морфодинамічних впливів [16, підрозділ 6.7, п.п. 2-5]. Оскільки проведені поглиблені модельні дослідження не дають підстав для тверджень щодо імовірності значних транскордонних впливів ГСХ на гідрологію і морфодинаміку дельти, то й відповідні транскордонні впливи від фізичної втрати місць мешкання птахів не можна оцінювати як імовірно значні.

Впливи від втрати місць мешкання птахів в результаті днопоглиблення, відновлювального днопоглиблення, берегозахисних заходів і створення берегових відвалів, а також вплив турбування від судноплавства (шум, хвилі, візуальні та фізичні впливи, забруднення, включаючи аварії) у цьому підрозділі оцінено як імовірні негативні впливи, але локальні і обмежені [16, підрозділ 6.7, п.п. 1, 6, 8, 9].

Результати поглибленої оцінки транскордонних аспектів *впливу влаштування відвалів ґрунту, проведення днопоглиблювальних робіт і створення берегозахисних споруд на орнітофауну внаслідок втрати місць їх мешкання* з урахуванням результатів комплексу фауністичних досліджень, виконаного за період від початку робіт з відновлення судноплавства в українській частині дельти Дунаю, засвідчили відсутність істотного транскордонного впливу на орнітофауну, викликаних проведенням днопоглиблювальних робіт у рукавах та низьку імовірність виникнення таких впливів у подальшому, враховуючи встановлені сезонні та просторові обмеження на проведення таких робіт, а також відмову від використання берегових відвалів на о. Єрмаків. Берегові відвали вздовж лівого берега Кілійського рукава, які залишились для подальшого використання, знаходяться на екологічно знецінених ділянках поза межами заповідних територій і не можуть завдавати істотного негативного транскордонного впливу на орнітофауну.

Локальним і обмеженим визнано також *негативний транскордонний вплив збільшення щільності пташиного населення на альтернативних площадках* [16, підрозділ 6.7, п. 7].

Експертом Комісії із запиту найбільш істотним порівняно з іншими імовірними негативними транскордонними впливами на птахів визнано *вплив втрати місць мешкання через днопоглиблення на барі рукава Бистрий, особливо для крячків* [16, підрозділ 6.7, п. 2].

За результатами орнітологічних досліджень на косі Пташина – дельтовому новоутворенні у районі гирла рукава Бистрий, де у роки, що передували початку робіт з будівництва МПК, існували одні з найбільших у дельті Дунаю колоніальні гніздові поселення наземних гніздових птахів, головнім чином, жовтоногого мартина, і крячків: річкового *Sterna hirundo* та рябодзьобого *Thalasseus sandvicensis*. починаючи з 2005 р., спостерігалось поступове зменшення колоній, а у 2008 р вони повністю зникли. Причина зникнення колоній, за висновком орнітологів, – прогресивне обміління акваторії між основним дельтовим островом Кубану та Пташиною косою, яке вже з зими 2007-08 років, призвело до доступності території коси для наземних хижаків (лисиці і собаки єнотоподібного) та кабана дикого. Таке сусідство в природі в умовах дельти Дунаю виявилось неможливим. У результаті, птахи вимушені були покинути традиційні місця гніздування.

Види дисперсно-гніздових куликів, які є більш толерантними до присутності наземних хижаків, продовжують гніздитись на косі в звичайній кількості.

З Пташиної коси колонії перемістилися на косу Нова Земля – острівну територію, розташовану на південь від коси Пташиної.

За останні 3 десятиріччя в українській частині дельти Дунаю основні місця колоніальних поселень цієї групи птахів змінювалися декілька разів. Це свого часу були та є в теперішній час приморські коси Перебійна, Таранова, Потапова (Дальня), Пташина та Нова Земля. На Потаповій, Тарановій та Пташиній косах колонії зникли по причині їх з'єднання з основними островами. При цьому, у випадку відновлення ізоляції, колонії на них також відновлювалися, як це мало місце з Тарановою косою в 2007 та 2008 роках.

На Перебійній косі, що залишається ізольованою на протязі десятків років, колонії зникли в результаті її інтенсивного заростання, що зробило можливим постійне мешкання тут собаки єнотоподібного та, частково, дикого кабана. Ці ссавці потрапили на косу, головним чином, в зимовий період по льоду.

В плані вивчення впливу гідротехнічного будівництва та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на колоніальні поселення птахів на косі Пташиній, важливим є визначення співвідношення природних і штучно викликаних процесів еволюції коси. Результати відповідних модельних досліджень вказують на незначний вплив морського підхідного каналу і огорожувальної дамби на природні процеси еволюції коси Пташиної.

#### *Пом'якшувальні заходи щодо негативних впливів ГСХ на птахів*

В межах морського підхідного каналу і рукава Бистрий швидкість руху суден обмежено до 7 вузлів за годину, заборонено подачу звукових сигналів, трансляцію музики на палубу. Заборонено наближення маломірних суден до коси Пташиної на відстань менше 150 м. Встановлено максимальні обмеження щодо виконання днопоглиблювальних робіт у період гніздування.

Як компенсація можливих локальних збитків орнітофауні ДБЗ від будівництва ГСХ запропоновано запровадження заходів щодо повної ренатуралізації о. Єрмаків з поверненням стану природного прируслового острова з незарегульованим гідрологічним режимом, розчищення каналу Восточний – Ананькин кут та рукава Рибачий жолобок.

На часі є поглиблений аналіз доцільності запровадження заходів зі штучного підтримання оптимальних глибин у районах кута Бистрого та акваторії, що відокремлює косу Пташина від основного острова, оскільки природні гідрологічні процеси можуть призвести до втрати цих утворень як місць мешкання представників орнітофауни, що охороняються.

Обсяги і параметри перелічених заходів, що відносяться до біотехнічних, мали бути уточнені в процесі додаткових натурних досліджень які через форс-мажорні обставини не були проведені.

## 14 СПИСОК ПОСИЛАНЬ

### Розділ 1

1. РП «Реконструкція споруди огорожувальна дамба МПК ГСХ р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти, Одеська область, Кілійський район, гирло Бистре»

### Розділ 3

1. Паспорт Одеської області за 2021 рік. Електронний ресурс. URL : <https://oda.od.gov.ua/odeshhyna/pro-odeshhynu/pasport-oblasti/>

2. Ізмаїльський район / С. І. Мазур, В. В. Недашківський, Д. Г. Пейчев // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2011. URL : <https://esu.com.ua/article-13824>

3. Одеська область / С. Р. Гриневецький // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. – URL : <https://esu.com.ua/article-75193>

4. Стан і якість природного середовища прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я: монографія / за ред. Т.А. Сафранова, А.В. Чугай. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 298 с. ISBN 978-617-7541-14-0

5. Звіт про стратегічну екологічну оцінку програми соціально-економічного та культурного розвитку Одеської області на 2022 рік. Київ. 2021. 107 с.

6. План управління річковим басейном Дунаю (2025 – 2030). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України; Державне агентство водних ресурсів України. 2022. 57 с.

7. План управління річковим суббасейном нижнього Дунаю (2025 – 2030). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України; Державне агентство водних ресурсів України. 2022. 71 с.

8. Електронний ресурс. URL: [weatherspark.com](http://weatherspark.com)

9. Електронний ресурс. URL: <http://www.dbr.org.ua>

10. «Міста та райони Одеської області за 2011 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2012

11. «Міста та райони Одеської області за 2012 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2013

12. «Міста та райони Одеської області за 2013 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2014

13. «Міста та райони Одеської області за 2014 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2015
14. «Міста та райони Одеської області за 2015 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2015
15. «Міста та райони Одеської області за 2016 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2016
16. «Міста та райони Одеської області за 2017 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2017
17. «Міста та райони Одеської області за 2018 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2018
18. «Міста та райони Одеської області за 2019 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2020
19. «Міста та райони Одеської області за 2020 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2021
20. Статистичні збірники ДУ «Центр медичної статистики МОЗ України» за 2009 – 2018 роки.
21. Заклади охорони здоров'я та захворюваність населення у 2012-2018 р. Державна служба статистики України
22. Паспорт Одеської області (2-15 – 2021 рр.)
23. Гоголев И.Н., Баер Р.А., Кулибабин А.Г. Орошение на Одессине. Одесса, 1992. 434 с.
24. Корнеєнко С.В. Методика гідрогеологічних досліджень. Основні методи і види гідрогеологічних досліджень: навч. посіб. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2001. 69 с.
25. Харченко Т.А., Тимченко В.М., Ковальчук А.А. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. Київ : Наукова думка, 1993. 290 с.
26. Водогосподарський паспорт і правила експлуатації водосховища Ялпуг-Кугурлуй. Одеса, 2005. 80 с.
27. Геологічна карта СРСР. Пояснювальна записка. Серія Причорноморська, лист L-35-XX-IV, XXX. Мінгеології Української РСР, Трест «ДНІПРОГЕОЛОГІЯ». Київ, 1973. 43 с.
28. Гідрогеологічна карта СРСР. Пояснювальна записка. Серія Причорноморська, лист L-35-XX-IV, XXX. Мінгеології Української РСР, Трест «ДНІПРОГЕОЛОГІЯ». Київ, 1973. 22 с.
29. Гоголев И.Н., Баер Р.А., Кулибабин А.Г. Орошение на Одессине. Одесса, 1992. 434 с.

30. Карта природної захищеності підземних вод України (Одеська область). Мінгеології Української РСР, Трест «ДНПРОГЕОЛОГІЯ». Київ, 1973.
31. ВНД 33-1.1-17-2001. Інструкція з відбору і підготовки проб води та ґрунту для проведення вимірювань в лабораторіях ДЕРВОДГОСПУ України. Вид. офіц. Київ, 2001. 22с.
32. ДСТУ ISO 5667-11:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод (ISO 5667-11:1993, IDT). [Чинний від 2006-07-01]. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ. 2006.
33. ДСТУ ISO 5667-18:2007. Якість води. Відбирання проб. Частина 18. Настанови щодо відбирання проб підземних вод із забруднених місць (ISO 5667-18:2001, IDT). [Чинний від 2009-07-01]. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ. 2011.
34. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Одеській області в 2014 році. Одеська обласна державна адміністрація Департамент екології та природних ресурсів 2015 р. [Електронний ресурс] <https://dostup.pravda.com.ua/request/13964/response/22466/attach/4/attachment.pdf>.
35. Поліщук В.В., Шега В.В. Історична біографія Дунаю або нагальні проблеми сьогодення у світлі особливостей великої європейської річки. Укр. Міжнародна академія оригінальних ідей. Київ, 1998. 680 с.
36. Лозовіцький П.С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай. / *Екологічні науки* / Науково-практичний журнал. 2011. Вип.№ 6. С. 21-34.
37. Александров Б.Г., Зайцев Ю.П, Воробьева Л.В. и др. Экосистема взморья украинской дельты Дуная. Одесса : Астропринт, 1998. 329 с.
38. Алмазов А.М. Гидрохимия устьевых областей рек: Сев. Причерноморье. Киев : Изд-во Академии наук Укр. ССР, 1962. 255 с.
39. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління // Під ред.. Ю.Р. Шеляга-Сосонка. Київ. Наукова думка, 1999. 704 с.
40. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України: Методика. КНД 211.1.4.010.94. Київ, 1994. 37 с.
41. Левашова Е.А., Михайлов В.Н., Михайлова М.В. Естественные и антропогенные изменения стока воды и наносов в устье Дуная // *Водные ресурсы*. 2004. 31, № 3. С.261- 272.
42. Лозовіцький П.С. Гідрохімічна характеристика і іригаційна оцінка води основних джерел зрошення півдня України // *Меліорація і водне господарство*, Київ, 1997. Вип. 84, С.71-83.
43. Лозовіцький П.С., Молочко А.М., Бібік В.М., Лозовіцький А.П., Молочко М.А. Екологічна оцінка якості вод Дунаю // *Часопис картографії*. Вип. 1. 2011. С. 135-148.

44. Лозовіцький П.С. Трофо-сапробіологічні показники води р. Дунай – м. Кілія. // Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100. С. 84-99.
45. Мірошніченко О. П. Фізико-хімічні особливості міграції важких металів в поверхневих водах та донних відкладах української частини р. Дунай. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 3-4, 2011. С.123-129.
46. Михайлов В. Н., Повалишнікова Е. С. и др. Многолетние изменения уровней воды в Килийском рукаве дельты Дуная // Водн. ресурсы. 2001. 28, № 2. С. 189-195
47. Михайлов В. Н. Баланс наносов в устье Дуная // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. №2. С.202-207.
48. Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю / Державне агентство водних ресурсів України. [Електронний ресурс]: <https://oouvr.gov.ua>.
49. Романенко В.Д., Поліщук В.В. та ін. Екологічні проблеми басейну Дунаю в межах України. Гідроекологічне товариство України. Київ, 1996. 360 с.
50. Сніжко С.І Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
51. Харченко Т.А., Тимченко В.М., Ковальчук А.А. и др. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. Киев : Наук. думка, 1993. 328 с.
52. Rengasany P. // Agr. Water Vonog, 1987, 12. 207.
53. Причорноморське державне регіональне геологічне підприємство. [Електронний ресурс]: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/01432144/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/01432144/).

#### Розділ 4

1. Оцінка імовірних транскордонних впливів на довкілля глибоководного суднового ходу Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Редакція 2. Додаток до ОВНС у складі робочого проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Частина 2. Додатки. – Харків, УкрНДІЕП, 2009. – 346 с.
2. Результати досліджень біорізноманіття у польовий сезон 2022 року та оцінка впливу днопоглиблювальних робіт на об'єкти, які потребують особливої охорони. Проміжний звіт, III етап //Харків: УкрНДІЕП, 2023. – 18 с.
3. А. Анастасов, И. Механошин. Экологи вернули жизнь на остров в дельте Дуная. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://podrobnosti.ua/694817-ekologi-vernuli-zhizn-na-ostrov-v-delte-dunaja.html>
4. Звіт «Екологічна оцінка проектних варіантів (на стадії ТЕО інвестицій) створення глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти».



/Інститут гідробіології. Національна академія наук України. –Київ, 2002.

5. Report on the likely significant adverse transboundary impacts of the Danube - Black Sea navigation route at the border of Romania and the Ukraine /Espoo inquiry commission. –2006. 67 p.

6. Стан і якість природного середовища прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я: монографія / за ред. Т.А. Сафранова, А.В. Чугай. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 298 с. ISBN 978-617-7541-14-0

7. Балацкий К. Л., Волошкевич А. Н. Скот молоді осетрових на українському участку р. Дунай//Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології : тези IV Міжнар. іхтіологічн. наук.-практич. конф. (Одеса, 7–11 вересня 2011 р.). – Одеса: Фенікс, 2011.- С. 21-23.

8. Бушуев С. Г., Черников Г. Б. Разработка и осуществление мероприятий по изучению и сохранению осетровых рыб Черного моря в Украине. - Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VII Международной конференции. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 1. – С. 59-64.

9. Бушуев С.Г., Балацкий К.Л. Предварительные результаты исследования распространения в украинских водах меченой молоді осетровых рыб, выпущенной в р. Дунай. – Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: Матеріалі ІХ міжнародної іхтіологічної науково -практичної конференції – Одеса: 2016. – С. 36-39.

10. Шекк П.В. Ретроспективный анализ и современное состояние ихтиофауны и рыбных промыслов дельты Дуная // Вестник ОНУ. – 2003. – Т. 8, вып. 11. – С. 55 – 85.

11. Звіти про науково-дослідну роботу Іхтіологічний моніторинг в умовах відновлення і експлуатації ГСШ Дунай-Чорне море за 2005-2018 рр. - Південний науково-дослідний інститут морського рибного господарства і океанографії (ПівденНИРО) Державне підприємство «Одеський центр ПівденНИРО». – м. Одеса.

12. Брянцев В. А. Внешние предпосылки многолетних изменений черноморской экосистемы // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 6 (17). – С. 22-24.

13. Шляхов В. А., Крискевич Л. В. - Состояние запаса и промысла дунайской популяции проходной сельди *Alosa kessleri pontica* Eichawald Труды ЮГНИРО, 2009, Т. 47. - С. 104-109.

14. Radu G. The state of main habitats important for Black Sea marine living resources. – Romanian second Fishery Report: UNDP/GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project Phase II. – 2006. – 29 p.

15. Бушуев С. Г., Черникова С. Ю. Состояние и перспективы промыслового рыболовства в регионе украинского Придунавья. - Современные проблемы экологии Азово-

Чорноморського регіону: Матеріали IV Міжнародної конференції, 8-9 жовтня 2008 р., Керч, ЮгНІРО. — Керч: Вид-во ЮгНІРО, 2008. — С. 149-154.

16. Гідробіологічні дослідження прісноводних екосистем дельти Дунаю в зоні впливу ГСХ Дунай-Чорне море / Звіт по хаздоговірній темі № 15/2004 від 29 жовтня 2004 року. - ІГБ НАН України, 2004.

17. Nedwell, S. and Elliot, M. (1998). Intertidal mudflats and sandbanks and subtidal mobile sandbanks. Institute of estuarine and Coastal Studies, University of Hull. Newell, R.C; Seiderer, L. J. and Hitshosk, D.R. (1998). The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and marine Biology: an Annual Review* 1998, 36,127-178.

18. Opinion of the Inquiry Commission on the "Bystroe Canal" project. Key findings. - United Nations, Economic Commission for Europe. – Geneva. – 10 July, 2006. – 8 p.

19. Гідроекологія українського участка Дунаю і сопредельних водоемів / Т. А. Харченко, М. В. Тимченко, А. А. Ковальчук і др. – К.: Наук. думка, 1993. – 328 с.

20. Гідробіологічні дослідження прісноводних екосистем дельти Дунаю в зоні впливу ГСХ Дунай-Чорне море / Звіт по хаздоговірній темі № 15/2004 від 29 жовтня 2004 року. – ІГБ НАН України, 2004.

21. Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (звіт за III етап (узагальнюючі дані, отримані при виконанні Програми комплексного екологічного моніторингу при експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море у 2017 році). – Вилково, 2018. – 73 с.

22. Летопись природы. Книга 24. – Дунайский биосферный заповедник. Вилково – 2005. – 2004 г. – 46 с.

23. Звіт з науково-дослідницької теми: «Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при відновленні та експлуатації глибоководного судового ходу Дунай–Чорне море». – Вилкове, 2008. – 120 с.

24. Заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море у 2014 році. Район Морського підхідного каналу». Т.1 / НДУ УКРНДІЕП. – Харків, 2014. – 307 с.

25. Звіт про науково-дослідну роботу «Транскордонний екологічний моніторинг української частини дельти Дунаю та розроблення у його складі геоінформаційної системи (проміжний) //Харків: УКРНДІЕП, 2020. – 370 с.

26. Shiganova T. A. 2006. The Black Sea as recipient and donor areas for marine and brackish water species. Black Sea Ecosystem in 2005 and Beyond. Istanbul. P. 87-90.

27. Мовчан Ю.В. Первая находка головешки (ротана) — *Percottus glehnii* Dybowski (Pisces, Eleotridae) в водоемах Украины // Вестн. зоологии. — 1989. — № 5. - С. 87.

28. Зведений заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2015 році. Район Морського підхідного каналу з розробкою проекту «Виконання експлуатаційного днопоглиблення» Т. 1 / НДУ УКРНДІЕП. – Харків, 2016. - 266 с.

29. Зведений заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2016-2017 роках. Район Морського підхідного каналу» Т. 1 / НДУ УКРНДІЕП. – Харків, 2017.

30. Зведений заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2017-2018 роках. Район Морського підхідного каналу». – Харків, УкрНДІЕП, 2018. - 278 с.

31. Волошкевич О.В., Волошкевич О.М. Инвазийні види макрозообентосу акваторії дунайського біосферного заповідника// Екологія водно-болотних угідь і торфовищ. – Київ, 2013. С. 30–34.

32. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 № 2697-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#n8>

33. Анотований звіт за результатами виконання Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море у 2007 р. // Харків: УКРНДІЕП, 2008.

34. Звіт про науково-дослідну роботу «Транскордонний екологічний моніторинг української частини дельти Дунаю та розроблення у його складі геоінформаційної системи» (проміжний) // Харків: УКРНДІЕП, 2018. – 222 с.

35. Звіт про науково-дослідну роботу «Транскордонний екологічний моніторинг української частини дельти Дунаю та розроблення у його складі геоінформаційної системи» (проміжний) // Харків: УКРНДІЕП, 2019. – 168 с.

36. Объединенный отчет (краткая версия) Комплексный экологический мониторинг окружающей природной среды при возобновлении глубоководного судового хода Дунай -

Черное море в 2004 г. - Договор № 4.1-390 от 26.10.2004. – Харьков: УкрНДІЕП, 2005. – 161 с.

37. Анотований звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море у 2017-2018 роках. Район Морського підхідного каналу». УкрНДІЕП. – Харків, 2018. – 40 с.

38. Зведений заключний звіт про наукову роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2018-2019 роках. Район Морського підхідного каналу» // Харків: УкрНДІЕП, 2019 р.

39. Заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море у 2014 році. Район Морського підхідного каналу». Т.1 / НДУ УкрНДІЕП. – Харків, 2014. – 307 с.

40. Звіт про НДР «Аналіз впливу на навколишнє середовище дельти р. Дунай, що впливає із вже впроваджених робіт, пов'язаних з проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» (1 етап та на повний розвиток) із розробкою компенсаційних заходів та заходів щодо пом'якшення ймовірного впливу на підставі матеріалів комплексного екологічного моніторингу 2004-2017 років та результатів натурних контрольних спостережень (принаймні у транскордонному контексті)» // Харків: УкрНДІЕП, 2019.

41. Оцінка імовірних транскордонних впливів на довкілля глибоководного суднового ходу Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Редакція 2. Додаток до ОВНС у складі робочого проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Частина 1. – Харків, УкрНДІЕП, 2009. – 248 с.

42. Васенко О.Г., Ієвлева О.Ю., Карлюк А.А., Божко Т.В., Свиридов Ю.В. Вплив на довкілля будівництва огорожувальної дамби морського підхідного каналу ГСХ «Дунай-Чорне море» // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 9-13 вересня 2019 р.) / УкрНДІЕП. – ПП «Стиль-Іздат», 2019. – С. 68-71.

43. Васенко О.Г., Брук В.В., Карлюк А.А., Свиридов Ю.В. Прогнозування якості води в річках Дунай та Сіверський Донець за допомогою геоінформаційних технологій // *World science*. 11(51), Vol.1. November 2019. – С. 45-49. doi: 10.31435/rsglobal\_ws/30112019/6766

44. Васенко О. Г., Верниченко-Цветков Д. Ю., Колесник А. М., Лунгу М. Л., Міланіч Г. Ю., Мельников А. Ю., Клочко Т. О. Результати комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2017 році // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: Зб. наук. ст. XIV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 10–14 вересня 2018 р.) / УКРНДІЕП. – Х.: Райдер, 2018. – С. 87-91.

45. Зведений заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2015 році. Район Морського підхідного каналу з розробкою проекту «Виконання експлуатаційного днопоглиблення» Т. 1 / НДУ УКРНДІЕП. – Харків, 2016. - 266 с.

46. Зведений заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2016-2017 роках. Район Морського підхідного каналу» Т. 1 / НДУ УКРНДІЕП. – Харків, 2017.

47. Зведений заключний звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2017-2018 роках. Район Морського підхідного каналу». – Харків, УкрНДІЕП, 2018. - 278 с.

48. Лоція річки Дунай. Від дельти Кілійського гирла до гирла р. Прут /ДУ Держгідрографіякиїв. Київ., 2006, 220 с.

49. Додаток до Листа БУВР річок Причорномор'я та нижнього Дунаю № 08-17/01-162 від 18.02.2022.

50. Лист № 156/04/03/02-08/2-22/53 від 08.02.2022 Департаменту систем життєзабезпечення та енергоефективності Одеської обласної державної адміністрації.

51. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2020 році /Міністерство розвитку громад та територій України, Київ, 2021, 211 с.

52. Лист ВП «Причорноморський ЦВРГ» від 25.01.2022 № 50/01-07.

53. Лист БУВР річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю від 05.03.2020, № 08-23/01-251.

54. Одеська регіональна комплексна програма з охорони довкілля на 2020 – 2021 роки, яка затверджена рішенням Одеської обласної ради від 20.12.2019 № 1165-VII (зі змінами).

55. Підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем в Україні: науково-методичні рекомендації / за заг. ред. Сташука В.А., Вожегової Р.А.,

Дудченко В.В., Рокочинського А.М., Морозова В.В. Вид. 2-ге перероб. та доп. – Київ – Херсон – Рівне: НУВГП, 2020. – 204 с.

56. Виробники рису в Одеській області <https://tripoli.land/farmers/proizvoditeli-zerna/odesskaya/proizvoditeli-risa>.

57. Лист Кілійського міжрайонного управління водного господарства БУВР річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю від 15.02.2022 № 07/05-84

58. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за I півріччя 2021 року (за даними мережі спостережень національної гідрометслужби України) /Державна служба України з надзвичайних ситуацій ЦЕНТРАЛЬНА ГЕОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ імені Бориса Срезневського, Київ, 2021 <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad-stanu-zabrudnennya-za-pivrichchya-2021-sayt.pdf>.

59. Лист БУВР річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю від 18.02.2022, № 08-17/01-162.

60. Екологічний паспорт Одеської області, 2021 Розділ 6. Водні ресурси / Затверджено Головою Одеської обласної державної адміністрації С.Р. Гриневецьким

61. Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю / Державне агентство водних ресурсів України. [Електронний ресурс]: <https://oouvr.gov.ua>.

62. Мірошніченко О. П. Фізико-хімічні особливості міграції важких металів в поверхневих водах та донних відкладах української частини р. Дунай. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 3-4, 2011. С.123-129.

63. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния/ Дж. Мур, С. Рамамурти; [Пер. с англ.]. Москва : Мир, 1987. 288 с.

64. Лозовіцький П.С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай. / *Екологічні науки* / Науково-практичний журнал. 2011. Вип.№ 6. С. 21-34.

65. Лозовіцький П.С. Гідрохімічна характеристика і іригаційна оцінка води основних джерел зрошення півдня України // Меліорація і водне господарство, Київ, 1997. Вип. 84, С.71-83.

66. Лозовіцький П.С., Молочко А.М., Бібік В.М., Лозовіцький А.П., Молочко М.А. Екологічна оцінка якості вод Дунаю // Часопис картографії. Вип. 1. 2011. С. 135-148.

67. Лозовіцький П.С. Трофо-сапробіологічні показники води р. Дунай – м. Кілія. // Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100. С. 84-99.

68. Романенко В.Д., Поліщук В.В. та ін. Екологічні проблеми басейну Дунаю в межах України. Гідроекологічне товариство України. Київ, 1996. 360 с.

69. Харченко Т.А., Тимченко В.М., Ковальчук А.А. и др. Гидроэкология

українського участка Дуная и сопредельных водоемов. Киев : Наук. думка, 1993. 328 с.

70. *Rengasany P.* // *Agr. Water Vonog*, 1987, 12. 207.

71. Гідрогеологічна карта СРСР. Пояснювальна записка. Серія Причорноморська, лист L-35-XX-IV, XXX. Мінгеології Української РСР, Трест «ДНІПРОГЕОЛОГІЯ». Київ, 1973. 22 с.

72. Карта природної захищеності підземних вод України (Одеська область). Мінгеології Української РСР, Трест «ДНІПРОГЕОЛОГІЯ». Київ, 1973.

73. ВНД 33-1.1-17-2001. Інструкція з відбору і підготовки проб води та ґрунту для проведення вимірювань в лабораторіях ДЕРВОДГОСПУ України. Вид. офіц. Київ, 2001. 22 с.

74. ДСТУ ISO 5667-11:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод (ISO 5667-11:1993, IDT). [Чинний від 2006-07-01]. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ. 2006.

75. ДСТУ ISO 5667-18:2007. Якість води. Відбирання проб. Частина 18. Настанови щодо відбирання проб підземних вод із забруднених місць (ISO 5667-18:2001, IDT). [Чинний від 2009-07-01]. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ. 2011.

76. «Міста та райони Одеської області за 2011 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2012

77. «Міста та райони Одеської області за 2012 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2013

78. «Міста та райони Одеської області за 2013 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2014

79. «Міста та райони Одеської області за 2014 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2015

80. «Міста та райони Одеської області за 2015 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2015

81. «Міста та райони Одеської області за 2016 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2016

82. «Міста та райони Одеської області за 2017 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2017

83. «Міста та райони Одеської області за 2018 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2018

84. «Міста та райони Одеської області за 2019 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2020

85. «Міста та райони Одеської області за 2020 рік». Головне управління статистики в Одеській області, 2021

86. Сайт Міністерства інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniy-transport-ukraini.html?PrintVersion>

87. Анотований зведений звіт про науково-дослідну роботу «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2021-2023 роках. Район Морського підхідного каналу». IV етап. - Харків, УКРНДІЕП, 2022.

88. Анотований зведений заключний звіт «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2017-2018 роках. Район Морського підхідного каналу» //Харків: УКРНДІЕП, 2018.

## Розділ 5

1. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс / Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе.– М.: Радио и связь, 1991. - 224 с.

2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. - М.: Радио и связь, 1993.- 320 с.

3. Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2-1-2003). / Ін-т "УкрНДІПТВ". – Х., 2005. – 332 с.

4. Анищенко Л.Я. Комплексная оценка воздействий создания глибоководного судового хода в многорукавной дельте // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. - № 1. – С. 29-34.

5. Анищенко Л.Я. Трансграничные аспекты при оценке воздействий на окружающую среду гидротехнического строительства в дельте Дуная. / Л.Я. Анищенко, Б.С. Свердлов // Проблемы охраны навколишнього середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УкрНДІЕП. - Х.: Райдер, 2006. – С. 189-200.

6. Larry W. Canter. Environmental impact assessment / Mc Craw-Hill series in water resources and environmental engineering (2nd ed.). – New York, Singapore: Mc Craw-Hill Inc., 1996. – 660 p.

7. Current Policies, Strategies and Aspects of Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context //Environmental Series. – New York, Geneva: UN/ ECE, 1996. – N6. – 74 p.

8. Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС) ТЭО инвестиций строительства глибоководного судового хода в украинской части р. Дунай: Отчет о НИР / Институт биологии южных морей, Одесский филиал.- Одесса, 2001.



9. Гидрология дельты Дуная / Под ред. В.Н. Михайлова.- М.: ГЕОС, 2004.- 448 с.
10. Відродження глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море на українській частині дельти р. Дунай: Аналітичні матеріали / ДП "Дельта-лоцман" Мін. транспорту та зв'язку України.- Миколаїв, 2007.- 69 с.
11. Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС) вариантов трассы судового хода Дунай-Черное море: по шлюзованому каналу Соломонов рукав – Жебриянская бухта и по рукаву Быстрый: Отчет о НИР (заключительный) УкрНИИЭП. – № 1.3-681. – X., 2002. – 145 с.
12. Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС) в составе рабочего проекта "Создание глибоководного судового хода Дунай-Черное море на украинском участке дельты. 1 этап": Отчет о НИР (заключительный) / УкрНИИЭП. – № 1.3-19.- X., 2003.- 169 с.
13. Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС) в составе рабочего проекта "Создание глибоководного судового хода Дунай-Черное море на украинском участке дельты. Полное развитие": Отчет о НИР (заключительный) / УкрНИИЭП. – № 1.3-19.- X., 2004.- 252 с.
14. Шуйский Ю.Д. Динамика морского края Килийской дельты Дуная // Гидрология устьев рек: Труды ГОИН / Московское отделение Гидромета.- М., 1984.- Вып. 172.- С. 50-58.
15. Михайлов В.Н. Речные дельты. Гидролого-морфологические процессы / В.Н. Михайлов, М.М. Рогов, А.А. Чистяков.- Л.: Гидрометеиздат, 1986.- 280 с.
16. Анищенко Л.Я. Выбор экологически безопасного варианта судового хода на основе многокритериальной комплексной оценки воздействий с применением экспертно-аналитических процедур / Л.Я. Анищенко, Б.С. Свердлов, Л.А. Писня // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УкрНДІЕП.-Х.: Райдер, 2009.- С. 38-60.
17. Конвенция об оценке воздействий на окружающую среду в трансграничном контексте. Эспоо, Финляндия, 25 апреля 1991 г. – Нью-Йорк, Женева: ООН/ЕЭК, 1994. – 49 с.
18. Конвенция об охране дикой флоры и фауны и природных сред обитания в Европе, 1979г. Режим доступа: <http://www.nature.coe.int/english/cadres/bern.htm> / Закон про приєднання України від 29.10.1996 р., № 436/96-ВР. □ ВВР, 1996. □ № 50. □ С. 278.
19. Конвенция о биологическом разнообразии, 1992 г. / Режим доступа: <http://www.un.org/russian/document/convents/biodiv.htm> / Закон про приєднання України від 29.11.1994 р., № 257/94-ВР. – ВВР, 1994. □ № 49. □ С.433.

20. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц, 1971г. / Режим доступа: <http://www.un.org/russian/law/environmental/waterfowl.pdf> / Закон про приєднання України від 29.10.1996 г., № 437/96-ВР.– ВВР, 1994. □ № 50. □ С.279.
21. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. – М.: Стройиздат, 1977. – 224 с.
22. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984. – 262 с.
23. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 500 с.
24. Солуха Б.В. Оцінка впливу об'єктів будівництва на навколишнє середовище згідно ДБН А.2.2-1-95. – К.: Знання України, 2000. – 112 с.
25. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Карашева. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 286 с.
26. Анищенко Л.Я. Методология комплексной оценки воздействий гидротехнического строительства на окружающую среду // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2005. - № 6. – С 35-38.
27. Анищенко Л.Я. Управління екологічною безпекою глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море в період експлуатації в умовах кумулятивного впливу на біологічні об'єкти / Л.Я. Анищенко, Б.С. Свердлов, Л.А. Пісня // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.- 2009.- № 1.- С. 67-76.
28. Справочник по защите от шума и вибрации жилых и общественных зданий / В.И. Заборов, М.М. Могилевский, В.Н. Мякшин и др. / Под ред. В.И. Заборова.- К.: Будівельник, 1989.- 160 с.
29. ОНД-86 04-41259-4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.- Л.: Гидрометеиздат, 1987.- 92 с.
30. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками.- К.: Держкомстат і Мінекобезпеки України, 2000.- 107 с.
31. Пособие по разработке раздела проекта "Охрана окружающей природной среды" к СНиП 1.02.01-85.- М.: Госстрой СССР, 1989.- 187 с.
32. Анищенко Л.Я. Територіальне планування заходів щодо збереження заповідного режиму руху судов по глибоководному ходу дельти Дунаю / Л.Я. Анищенко, Б.В. Солуха, Б.С. Свердлов // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник.- К.: КНУБА, 2007.- Вип. № 28.- С.4-12.

33. ДБН 360-92. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень.- К.: Мінбудархітектура, 1993.- 64 с.
34. Новак С.И. Защита от шума и вибрации в строительстве [Справочник] / С.И. Новак, А.С. Логовинец.- К.: Будівельник, 1990.- 184 с.
35. ГОСТ 20 444-85. Шум. Потокі транспортные в населенных пунктах. Метод определения шумовой характеристики.- М.: Стройиздат, 1986.- 20 с.
36. СНИП II-12-77. Защита от шума.- М.: Стройиздат, 1978.- 49 с.

## Розділ 6

1. Горбань І. Організація орнітологічного моніторингу за популяціями птахів в Україні // Інформаційні матеріали Західного відділення Укр. орнітол. т-ва. – Вип. 9. – “Зелічок”. Дрогобич, 1998. – С. 22–26.
2. Жила С. Стислий огляд методик обліку чисельності бобра та вибір найбільш ефективної з них для умов України // *Novitates Theriologicae*. – 2017. Т. 10. – С. 84–94.
3. Загороднюк І. В. Земноводні та плазуни України під охороною Бернської конвенції. – Київ, 1999. – 108 с.
4. ІВА програма. Обліки птахів: підходи, методи, результати. – Львів-Київ, 1997. – С. 55-57.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. академіка НАН України В.Д. Романенка. – Київ, 2006. – С. 157-194.
6. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. – К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. – 442 с.
7. Писанець Є. Земноводні України (посібник для визначення амфібій України та суміжних країн). – Київ: Вид-во Раєвського, 2007. – 197 с.
8. Потапов О. Річище р. Дунай // Микитюк О. ІВА території України, важливі для збереження видового різноманіття та кількісного багатства птахів. – К.: СофтАрт, 1999. – С. 2002-203.
9. Потапов О., Жмуд М. Озера Кугурлуй та Картал // Микитюк О. ІВА території України, важливі для збереження видового різноманіття та кількісного багатства птахів. – К.: СофтАрт, 1999. – С. 196–197.
10. Потапов О., Жмуд М. Озеро Кагул // Микитюк О. ІВА території України, важливі для збереження видового різноманіття та кількісного багатства птахів. – К.: СофтАрт, 1999. – С. 190–191.

11. Стеценко М.П., Костюшин В.А. Кілійське гирло // Водно-болотні угіддя України. Довідник / Під ред. Марушевського Г.Б., Жарук І.С. – К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. – С. 19-25.
12. Стеценко М.П., Костюшин В.А. Озеро Картал // Водно-болотні угіддя України. Довідник / Під ред. Марушевського Г.Б., Жарук І.С. – К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. – С. 16-19.
13. Стеценко М.П., Костюшин В.А. Озеро Кугурлуй // Водно-болотні угіддя України. Довідник / Під ред. Марушевського Г.Б., Жарук І.С. – К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. – С. 13-16.
14. Глумачний посібник оселищ Резолюції №4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони. Перша версія адаптованого неофіційного перекладу з англійської (третього проекту офіційної версії 2015 року) / А. Куземко, С. Садогурська, О. Василюк. – Київ, 2017. – 124 с.
15. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. – Київ: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
16. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 600 с.
17. Kagul lake UA080. – <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kagul-lake-iba-ukraine>
18. Kartal lake. – <https://rsis.ramsar.org/ris/761>
19. Kugurluj and Kartal lakes UA081. – <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kagul-lake-iba-ukraine>
20. Kugurluj lake. – <https://rsis.ramsar.org/ris/760>
21. Kyliiske Mouth. – <https://rsis.ramsar.org/ris/113>
22. Ramsar Sites Info Service [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rsis.ramsar.org/>
23. River Danube UA082. – <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kagul-lake-iba-ukraine>
24. UA0000018 Danube Biosphere Reserve <https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000018>
25. UA0000142 Systema Dunaiskykh Ozer <https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000142>
26. UA0000182 Izmailski Ostrovy <https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000182>

27. Виявлення територій, придатних для оголошення об'єктами природно-заповідного фонду / Олексій Василюк, Анастасія Драпалюк, Григорій Парчук, Дарія Ширяєва. За заг. редакцією Олени Кравченко — Львів, 2015, 80 с.
28. International Maritime Organisation (IMO), (2008): MEPC 58/INF.2 - Formal Safety Assessment, Crude Oil Tankers
29. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк [та ін]. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.
30. Топографічна електронна карта України з тематичною інформацією МНС масштабу 1 : 500 000. Версія 3.0. Міжвідомчий центр електронного картографування. Харків, 1998 р.
31. Recommendation on methods for marine biological studies in the Baltic Sea . Phytoplankton and chlorophyll /Ed. L. Edler, 1979, ВМВ,5.
32. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями /Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. и др.-К.: Символ-Т, 1998.-28с.
33. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЕС "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" (стосовно перехідних та прибережних вод). EU Water Framework Directive 2000/60/ЕС. – Київ, 2006. – 240 с.
34. Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – Київ, 2002. –52 с.
35. Методи відбору та опрацювання проб фітопланктону // Ботаніка з основами гідроботаніки (водні рослини України). – Б.Є. Якубенко – 2011.
- 36.
37. Асаул З. І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. - Київ, Наукова думка, 1975. – 408 с.
38. Визначник прісноводних водоростей. – Київ: Наук. думка, 1938-1993. – Вип. I-XII.
39. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. - Vol. 1-4 (2006; 2009; 2011; 2014).
40. AlgaeBase інтернет-ресурс [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.algaebase.org/>
41. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, та ін. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

42. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. - Київ: Логос, 2006. - 408 с.
43. Поліщук В. В. Гідрофауна пониззя Дунаю в межах України. – Київ: Наукова думка, 1974. – 337с.
44. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління / Під ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Наукова думка, 1999. – 703с.
45. Стадниченко А.П. Перлівнищеві. Кулькові. Фауна України. - Т. 29. - Вип. 9. – Київ: 1984. - 384 с.
46. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб із великих водосховищ і лиманів України. – К.:ІРГ УААН, 1998. – 47 с.
47. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління / Гол. ред. академік НАН України Шеляг-Сосонко Ю. Р — К.: Наук. думка, 1999. — 704 с.
48. КНД 211.1.1.106-2003. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) [Текст]. — Київ: Мінекоресурсів України, 2003. — 64 с.
49. Демченко Р.И., Железняк М.И., Коломиец П.С., Хомицкий В.В Гидродинамика прибрежной зоны Черного моря в районе устья рук. Быстрый Килийской дельты р. Дунай: 1. Трансформация волн на неоднородностях дна и течениях // *Прикладная Гидромеханика*, т.8(80), №4, 2006, стр.15-25.
50. Демченко Р.И., Железняк М.И., Кивва С.Л., Коломиец П.С.// Численная модель волн, течений и переформирования берегов прибрежной зоны моря// Сборник трудов конференции «Моделирование – 2006», г. Киев, стр. 197 – 201.
51. Кивва С.Л., Железняк М.И. Двумерное моделирование стока и транспорта наносов с малых водосборов // *Прикладная Гидромеханика*.- 2002.- 4(76).- вып..1.- С.67-89.
52. Zheleznyak, M., Kivva, S., Pylypenko, O. and Sorokin, M., 2022. Modeling of Behavior of Fukushima-Derived Radionuclides in Freshwater Systems. In the book: Behavior of Radionuclides in the Environment III: Fukushima (pp. 199-252). Springer.
53. Kraus, N. C., and Larson, M. (1991). “NMLONG: Numerical model for simulating the longshore current, report 1, model development and tests,” Technical Report DRP-91-1, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
54. Nishimura, H.. Computation of nearshore current, Nearshore dynamics and coastal processes. K. Horikawa, ed., University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, 1988, 271-291.

55. Liu P., Yoon S., Dalrymple R. // Wave reflection from energy dissipation region // *J. Waterway, Port Coastal and Ocean Engineering*. – 1986. –112. -N 6. – P. 632-644.
56. Liu P. // Wave-current interactions on a slowly varying topography. – *J. Geophysical Research*. – 1983. – 88. - NC7 . – P. 4421 – 4426.
57. Phillips O.M. *The dynamics of the upper ocean* // Cambridge University Press. – London. – England. - 1966. – P. 421
58. Longuet-Higgins M.S., Stewart R.W. // The changes in amplitude of short gravity waves on steady non-uniform currents. - *J. Fluid Mech.* –1961. – 10. - N3. –P. 520-540.
59. Buttolph, A. M., Reed, C. W., Kraus, N. C., Ono, N., Larson, M., Camenen, B., Hanson, H., Wamsley, T., and Zundel, A. K. Two-Dimensional Depth-Averaged Circulation Model CMS-M2D: Version 3.0, Report 2, Sediment Transport and Morphology Change - Technical Report ERDC/CHL-TR-06-7, -2006, - US Army Engineer Research and Development Center, , Vicksburg, Mississippi, -149 p.
60. Militello, A., Reed, C. W., Zundel, A. K., and Kraus, N. C. “Two-dimensional depth-averaged circulation model M2D: Version 2.0, Report 1:Documentation and user’s guide,” ERDC/CHL TR-04-02, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 2004
61. Copeland G.J. Practical radiation stress calculations connected with equations of wave propagation // *J. of Coastal Engineering*. –1985. - 9, P. - 195-219.
62. Copeland G.J. A Practical Alternative to the Mild-Slope Wave Equation // *J.Coastal Eng.* - 1985. - 9. - P. 125-149.
63. Mike-21 CAMS, Coastal Area Morphological Shell, Users Guide, DHI Water & Environment, Hørsholm, Denmark , 2003, - 96 pp.
64. M.van der Perk, V.G. Jetten, D. Karssenber, Assessment of spatial redistribution of Chernobyl-derived radiocaesium within catchments using GIS-embedded models, 2000
65. Zia A., Banihashemi M.A. Simple efficient algorithm (SEA) for shallow water flows with shock wave on dry and irregular beds // *Int. Journal for Numerical Methods in Fluids*. – 2007.
66. Begnudelli L., Sanders B.F. Unstructured Grid Finite-Volume Algorithm for Shallow-Water Flow and Scalar Transport with Wetting and Drying // *Journal of Hydraulic Engineering*. – 2006. – Vol. 132, No. 4. – pp.371-384.
67. Toro E.F. *Shock Capturing Methods for Free Surface Shallow Flows*, Wiley: Chichester. - 2001.

68. Mohamadian A., Le Roux D.Y., Tajrishi M., Mazaheri K. A mass conservative scheme for simulating shallow flows over variable topographies using unstructured grid // *Advances in Water Resources*. – 2005. – 28. – pp. 523–539.
69. Fujihara M., Borthwick A. G. L. Godunov-type solution of curvilinear shallow-water equations // *Journal of Hydraulic Engineering*. – November, 2000. – Vol. 126, No. 11. – pp. 827-836.
70. Valiani A., Caleffi V., Zanni A. Case Study: Malpasset Dam-Break Simulation using a Two-Dimensional Finite Volume Method // *Journal of Hydraulic Engineering*. – May, 2002. – Vol. 128, No. 5. – pp. 460-472.
71. Fenical S., Kolomiiets P. Testing of the unstructured shallow water model COASTOX\_UN for San Francisco Bay, Coastal Harbor Engineering, Inc, Internal Report, 2008, - 28 p.
72. Gessler D., Hall, B., Spasojevic M., Holly F., Pourtaheri H., Raphelt N. (1999) Application of 3D mobile bed, hydrodynamic model, *J. Hyd. Engr*, 125, c737-749.
73. Krestenitis Y. N. , Kombiadou K. D. , Savvidis Y. G., Modelling the cohesive sediment transport in the marine environment: the case of Thermaikos Gulf. *Ocean Sci*, 2007. –3, P. 91-104.
74. Lane A Development of a Lagrangian sediment model to reproduce the bathymetric evolution of the Mersey Estuary, *Ocean Dynamics*, 55, 2005, 541-548
75. Lesser G.R., Roelvink J.A., van Kester J.A.T.M., Stelling G. Development and validation of a three-dimensional morphological model, *Coastal Eng*, 51, 2004, 883-915.
76. Fohrmann, H., Backhaus, J. O., Blaume, F., Rumohr, J. Sediments in bottom arrested gravity plumes-numerical case studies *J. Phys. Oceanogr*, 28, 1998, 2250-2274.
77. Huppert H.E. Gravity currents: a personal perspective *J. Fluid Mech*, 554, 2006, с. 299-322.
78. Бровченко И.А, Мадерич В.С. Трехмерная Лагранжева модель переноса многофракционных наносов и ее применение к описанию гравитационных течений .“Прикладная Гидромеханика”, Том 10(82), 2008, №1.
79. Van Ledden M A process based sand-mud model., *Fine sediment dynamics in the marine environment*. J.C. Winterwerp and C. Kranenburgeds, Elsevier, 2002 P. 577-594.
80. Van Ledden M Sand-mud segregation in estuaries and tidal basins, PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2003, 221 pp.
81. Wilson J.D., Sawford B.L. Review of Lagrangian stochastic models for trajectories in the turbulent atmosphere *Bound.-Layer Meteor*, 1996, P.191-210



82. Van Rijn L.C. Sediment transport, Part I: Bed load transport , J. Hyd. Engr, 110, 1984, 1431-1455.
83. Van Rijn, L. C., Sediment transport, Part II: Suspended load transport. *J. Hyd. Engrg.*, 110, 1984, 1613-1641.
84. Mellor G.L. User's guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Program in Atmospheric and Oceanic Sciences, Princeton NJ, Princeton University, 2003, P. 53
85. Zhang, Y.-L. and Baptista, A.M. SELFE: A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation, *Ocean Modelling*, 21(3-4), 2008, 71-96

### Розділ 7

1. План дій Європейської Стратегії Розвитку Дунайського регіону: аналіз та перспектива впровадження в Україні. - Львів: «Манускрипт», 2012.– 120с.
2. Постанова КМУ «Державна Програма розвитку транскордонного співробітництва на 2021 - 2027 роки» N 408 від 14 квітня. - Київ: 2021.
3. Slynko Yu. V., Korneva L.G., Rivier I.K., Papchenkov V.G., Scherbina G.H., Orlova M.I., Therriault T.W. The Caspian-Volga Baltic Invasion Corridor // In: *Invasive Aquatic Species of Europe*. Eds. E. Leppäkoski et al. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 2002. P. 399– 411.
4. Dgebuadze Yu.Yu. The Selenga river as invasion pathway for alien species // In: *Science for Watershed Conservation: Multidisciplinary approaches for Natural Resource Management. Intern.conf.abstrfcts. Ulan-Ude (Russia)-Ulan-Bator (Mongolia), Sept. 1–8, 2004 Vol. 1. 2004. P. 13–14.*
5. Горлачева Е.П., Афонин А.В. Рыбное население бассейна реки Аргунь в условиях антропогенного воздействия // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2015. – № 10-2. – С. 273-281.
6. Проект ОБСЕ/ЕЭК ООН: Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление бассейном реки Днестр Трансграничное диагностическое исследование бассейна р. Днестр. - Ноябрь 2005. – 91с.
7. Бушуєв С., Гоч І., Демченко В. та ін.. Сучасні аспекти вивчення та охорони осетрових України - Київ: WWF-Україна, 2020. - 72 с.
8. Соглашение о рыболовстве в водах Дуная между Правительствами Союза Советских Социалистических Республик, Народной Республики Болгарии, Румынской Народной Республики и Федеративной Народной Республики Республики Югославии (Бухарест, 29 января 1958 года).

9. Вторая оценка трансграничных рек, озер и подземных вод. Европейская экономическая комиссия. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. - Организация объединенных наций. - Нью-Йорк и Женева: 2011. – 433с.

10. Конвенция о защите Черного моря от загрязнения (Бухарест, 21.04.1992): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.conventions.ru/view\\_base.php?id=1083](http://www.conventions.ru/view_base.php?id=1083) (дата обращения: 05.03.2018).

11. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 17.03.1992) / вступ. в силу 06.10.1996. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/watercourses\\_lakes.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercourses_lakes.shtml)

12. Конвенция ООН о праве несудоходных видов использования международных водотоков (Нью-Йорк, 21.05.1997): [Электронный ресурс] / прин. резол. 51/229 Ген. Ассамб., вступ. в силу в 2014 г. – Режим доступа: веб-сайт ООН: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/watercrs.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercrs.shtml).

13. Хельсинские правила использования вод международных рек (Хельсинки, 20.08.1966): [Электронный ресурс] / разработаны и приняты Ассоц. междунар. права. – Консорциум Кодекс: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим 359 доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1900698>

14. Миньковская Р. Я. Комплексные исследования разнотипных морских устьев рек (на примере морских устьев рек северозападной части Чёрного моря. - Севастополь: ФГБУН ФИЦ МГИ, 2020. – 364 с.

15. Трансграничный мониторинг реки Днестр. Анализ и оценка. По проекту: Программа действий по совершенствованию трансграничного сотрудничества и устойчивого управления бассейном реки Днестр ( Фаза «Днестр –III»). Подготовил: Пол Буййс. Опубликовано : Август 2010г. – 78с.

16. Межрегиональная экологическая программа по охране и использованию вод бассейна реки Северский Донец. – Россия-Украина: 2004. – 40с.

17. Звіт про НДР «Наукове забезпечення розробки та реалізації міжнародної українсько-румунсько-молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю». - Харків: 2016, УКРНДІЕП. – 114с.

18. Звіт про НДР за темою № 9/1.1-19 «Транскордонний екологічний моніторинг української частини дельти Дунаю та розроблення у його складі геоінформаційної системи» (проміжний). - Харків: УКРНДІЕП, 2020. – 370с.

19. ЮНЕП и ЮНЕП-«ДиЭйчАй». Трансграничные речные бассейны: положение дел и тенденции, резюме для директивных органов. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП). - Найроби: 2016. – 12с.

20. Вторая оценка трансграничных рек, озер и подземных вод. Европейская экономическая комиссия. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. - Организация объединенных наций. - Нью-Йорк и Женева: 2011. – 433с.

21. Водосборный бассейн Черного моря [https://www.unecse.org › I\\_PartIV\\_Chapter5\\_Ru](https://www.unecse.org › I_PartIV_Chapter5_Ru)

22. Предраг Симонович. Гидроморфологические изменения и устойчивое управление рыбными запасами. - ФАО. 2020. Региональная конференция по восстановлению речных местообитаний для рыболовства во внутренних водоемах в бассейне Дуная и прилегающих районах Черного моря. Материалы конференции, 13–15 ноября 2018 г., Бухарест, Румыния. Материалы совещаний ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре № 63. Рим. - С. 34-35.

23. Мирьяна Ленхардт. Статус далеко мигрирующих видов рыб (осетровых, каспийско-черноморских сельдей) в регионе Нижнего Дуная. - ФАО. 2020. Региональная конференция по восстановлению речных местообитаний для рыболовства во внутренних водоемах в бассейне Дуная и прилегающих районах Черного моря. Материалы конференции, 13–15 ноября 2018 г., Бухарест, Румыния. Материалы совещаний ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре № 63. Рим. - С. 49-51.

24. Александров Б. Г. Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий. - Морський екологічний журнал, № 1, Т. III. 2004. – С. 5-17.

39. Марина Пириа. Инвазивные чужеродные пресноводные рыбы в Дунае и их значение для управления. - Региональная конференция по восстановлению речных местообитаний для рыболовства во внутренних водоемах в бассейне Дуная и прилегающих районах Черного моря. Материалы конференции, 13–15 ноября 2018 г., Бухарест, Румыния. Материалы совещаний ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре № 63. Рим. <https://doi.org/10.4060/ca5741ru>. – С. 27-28.

26. В дельті Дунаю завівся африканський сом – він може ... – Агро <https://agro.24tv.ua> › Агро новини.

27. Рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу та мінімізації негативних впливів на прісноводні екосистеми в зоні впливу діяльності ГСХ / анований звіт за IV етап за договором № 13/2020 від 22 липня 2020 р. «Моніторинг стану водних екосистем в зоні впливу, відновлення та експлуатації ГСХ (за гідробіологічними показниками)». – Київ, 2021. – 21 с.

## Розділ 9

1. Шуйский Ю.Д. Динамика морского края Килийской дельты Дуная // Гидрология устьев рек. /Труды ГОИН, вып. 172. Московское отделение Гидромета, 1984, – с. 50-58.
2. Postolache I., Buga L., Diaconeasa D., Malciu V. Erosion control in Romania // Proceedings of the Second International Conference on the Mediterranean Coast Environment, MEDCOAST 95, October 24–27, 1995. Tarragona, Spain. – Vol. 2, 1995. – P. 1025–1032.
3. Петреску И.Г. Дельта Дуная. Происхождение и развитие. –М: Изд-во иллюстр. лит-ры, 1963. – 280 с.
4. Звіт «Оцінка економіко-соціальних, правових та міжнародних аспектів та ставлення громадськості до створення глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море на українській ділянці дельти». Том 1. «Здійснити оцінку економіко-соціальних аспектів створення глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море на українській ділянці дельти Дунаю». Том 2. «Оцінка правових та міжнародних аспектів створення глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море на українській ділянці дельти»./Рада по вивченню продуктивних сил України, НАН України. – Київ, 2002.
5. Звіт «Екологічна оцінка проектних варіантів (на стадії ТЕО інвестицій) створення глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти». /Інститут гідробіології. Національна академія наук України. –Київ, 2002.
6. Створення глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти. Робочий проект. Рибоохоронні заходи. /"Укррибпроект". – Київ, 2004.
7. Report on the likely significant adverse transboundary impacts of the Danube - Black Sea navigation route at the border of Romania and the Ukraine /Espoo inquiry commission. –2006. 67 p.
8. Gils J., Schwanenberg D., Kessel T. (2006) Deep Water Navigation Canal Danube Black Sea, Report to the ESPOO Inquiry Commission
9. Гидрология дельты Дуная. Под ред. В.Н. Михайлова, М. ГЕОС, 2004. 449 с.
10. Морозов В. Сток наносов Дуная и заносимость ГСХ «Дунай – Черное море» - Аналитическая записка для Гипроречтранс. Измаильская гидрометобсерватория. НООСФЕРА, Одесса, 2005.
11. Берлинский Н.А. Предварительные результаты анализа литодинамических исследований морского подходного канала (МПК) в баровой части устья гирла Быстрое. НООСФЕРА, Одесса 2005.
12. Рекомендации по минимизации заносимости экспериментально-эксплуатационной прорези глибоководного судового хода на बारे Новостамбульского гирла Килийской дельты р. Дунай // Отчет ИГМ НАНУ.- 2004.
- 13 Opinion of the Inquiry Commission on the "Bystroe Canal" project. Key findings. - United Nations, Economic Commission for Europe. – Geneva. – 10 July, 2006. – 8 p.



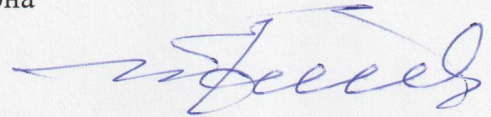
### Список виконавців звіту

Для описів та оцінок, що містяться у звіті з оцінки впливу на довкілля, використані результати досліджень, наведені у звіті про науково-дослідну роботу «Проведення додаткових досліджень, вишукувань та процедур для завершення звіту з ОВД реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти», етап 2, 2023 р., а також у двотомному звіті «Оцінка імовірних транскордонних впливів на довкілля глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти. Редакція 2. Додаток до ОВНС у складі робочого проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток», 2009 р.

#### Виконавці звіту з оцінки впливу на довкілля

НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА "УКРАЇНСЬКИЙ ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ"

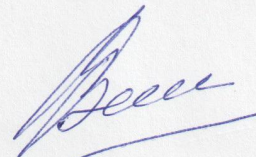
**Гриценко Анатолій Володимирович,**  
інженер-теплоенергетик, кандидат технічних наук за спеціальністю охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів, доктор географічних наук за спеціальністю охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів, професор, Заслужений діяч науки і техніки України



**Аніщенко Людмила Яківна,**  
інженер-будівельник, інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища, доктор технічних наук за спеціальністю екологічна безпека



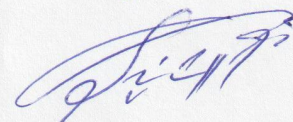
**Васенко Олександр Георгійович,**  
біолог-зоолог, кандидат біологічних наук за спеціальністю гідробіологія, доцент



**Свердлов Борис Соломонович,**  
біолог-ботанік



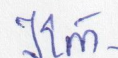
**Пісня Леонід Андрійович,**  
інженер-балістик, кандидат технічних наук за спеціальністю екологічна безпека



**Карлюк Аліна Андріївна,**  
інженер з техногенно-екологічної безпеки, кандидат технічних наук за спеціальністю екологічна безпека



**Черба Ольга Володимирівна,**  
хімік



**ТОВ «Український центр екологічних і водних проєктів Академії технологічних наук України» (УЦЕВП) (підрозділи 6.4, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7):**

**Железняк Марк Йосипович**



керівник проєкту від УЦЕВП,  
інженер -гідролог,

кандидат фізико математичних наук (механіка рідини, газу та плазми),

професор (радіоекологія), Університету Фукусіма, Японія

Лауреат державної премії України в галузі науки і техніки (2004) за комплексне дослідження впливу Чорнобильської катастрофи на природне середовище, наукове обґрунтування реабілітації забруднених територій

**Сорокін Максим Вікторович,**

відповідальний виконавець,

інженер-фізик





**Список виконавців**

Державне підприємство «Державний проектно-вишукувальний та науково-дослідний інститут морського транспорту «ЧорноморНДПроект» (ДП «ЧОРНОМОРНДПРОЕКТ»)  
(розділи 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.2, 8, 9.5, 9.6)

Головний інженер проекту

Туржанський М.В.  
(сертифікат АР№ 018733)Завідуючий лабораторією  
гідровлічних вишукувань  
та портових акваторійКалініченко В.І.  
(сертифікат АР№ 011213)Завідуючий групи лабораторії  
гідровлічних вишукувань  
та портових акваторій

к.геогр.н. Муркалов О.Б.

Головний біолог

Рижко В.Є.

**ДОДАТОК А**  
**ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ПЛАНОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ЙОГО РОЗМІЩЕННЯ У**  
**ЗАСОБАХ МАСОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

**Текст повідомлення:**

(дата офіційного опублікування в Єдиному реєстрі з оцінки впливу на довкілля (автоматично генерується програмними засобами ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля, не зазначається суб'єктом господарювання)

(реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності (автоматично генерується програмними засобами ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля, для паперової версії зазначається суб'єктом господарювання)

**ПОВІДОМЛЕННЯ**

про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля

Державне підприємство «Адміністрація морських портів України» в особі філії «Дельта-лоцман» ДП «АМПУ», код ЄДРПОУ 38728507

інформує про намір провадити плановану діяльність та оцінку її впливу на довкілля.

1. Інформація про суб'єкта господарювання

Поштова адреса: Україна, 54001, м. Миколаїв, вул. Лягіна, 27, контактний номер телефону +38 0512 500-901.

2. Планована діяльність, її характеристика, технічні альтернативи

Планована діяльність, її характеристика.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» (далі – ГСХ р. Дунай - Чорне море).

Судновий хід р. Дунай - Чорне море складається з таких об'єктів та ділянок:

морська частина: морський підхідний канал; огорожувальна дамба морського підхідного каналу; морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення;

річкова частина: ділянка море - Вилкове (1,5 - 20,5 км) - проходить по рукавам Бистрий та Старостамбульський; ділянка Вилкове - Ізмаїльський Чатал (20,5 - 116 км) - проходить по Кілійському рукаву; ділянка Ізмаїльський Чатал - Рені (116,0-170,36 км) - проходить по р. Дунай вздовж державного кордону України; до об'єктів річкової частини належать також річкові та берегові відвали ґрунтів днопоглиблення.

Технічна альтернатива 1.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море передбачається шляхом проведення гідротехнічних та днопоглиблювальних



робіт з виділенням трьох пускових комплексів (ПК): ПК I - забезпечення фактично досягнутих параметрів ГСХ р. Дунай - Чорне море; ПК II - забезпечення проходження розрахункового судна з осадкою 5,0 м; ПК III - забезпечення проходження розрахункового судна з осадкою 7,2 м.

При реалізації проектних рішень:

- ПК I планується реконструкція існуючої північної огорожувальної дамби на ділянці, прилеглий до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення не виконується.
- ПК II планується будівництво південної огорожувальної дамби на ділянці, прилеглий до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення виконується на МПК та річковій ділянці ГСХ (перекати).
- ПК III планується добудова морських ділянок південної та північної огорожувальних дамб; днопоглиблення виконується на МПК та річковій ділянці ГСХ (перекати).

Таким чином буде створена система двох паралельних струменестискувальних дамб.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі берегові гідровідвали; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення.

Технічна альтернатива 2.

Основні технічні рішення згідно з робочим проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Проектно-вишукувальний і конструкторсько-технологічний інститут річкового транспорту «РІЧТРАНСПРОЕКТ», Київ, 2006 р.

Реалізацію рішень робочого проекту було передбачено у 2 етапи.

На першому етапі (фаза 1) відновлення ГСХ включало проведення днопоглиблювальних робіт зі створення морського підхідного каналу (МПК) через бар рукава Бистрий довжиною 3.432 км., будівництво північніше від МПК частини односторонньої огорожувальної дамби (на першому етапі – 1040м., на другому - 2730м.), поглиблення перекатів у Кілійському рукаві між Ізмаїльським Чаталом і Вилковим. Більше 90% довжини траси ГСХ проходить руслом Кілійського рукава, ширина та переважаючі глибини якого відповідають вимогам до водного шляху вищого міжнародного класу. Днопоглиблювальні роботи на 1 і 2 етапах необхідні тільки у межах перекатів.

Метою першого етапу було забезпечення проходження трасою ГСХ суден з осадкою 5,85 м.

На другому етапі (фаза 2) передбачалося продовження днопоглиблювальних робіт та гідротехнічних робіт на барі Бистрого і перекатах Кілійського і Старостамбульського рукавів до повного розвитку ГСХ, з метою доведення його параметрів до міжнародних стандартів і забезпечення проходження суден з осадкою 7,2 м. Для досягнення стабільної експлуатації ГСХ на цьому етапі було передбачено добудову огорожувальної дамби і спорудження струмененапрямної дамби та берегоукріплення у місці розвилки рукавів Бистрий і Старостамбульський.

На етапі 1 днопоглиблювальні роботи у руслі рукава Бистрий не проводилися. На другому етапі (повного розвитку) ГСХ обсяг виїмки ґрунту в рукаві Бистрий є незначним.

Складування ґрунтів днопоглиблення передбачено у берегові відвали на лівому березі Кілійського рукава і на морський відвал ґрунту, під який відведено ділянку морського дна у вигляді кола площею 269,2 га на глибині 22 м, розташовану на схід від гирла рукава Бистрий у 8 км від берегової лінії.

3. Місце провадження планованої діяльності, територіальні альтернативи.

Місце провадження планованої діяльності: територіальна альтернатива 1.

Територіальна альтернатива 1 обумовлена розташуванням і призначенням існуючого та діючого глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море - Україна, Одеська область, Ізмаїльський, Кілійський та Ренійський райони.

Місце провадження планованої діяльності: територіальна альтернатива 2.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» по суті є поетапним збільшенням глибин шляхом днопоглиблення існуючих та діючих об'єктів глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море. Проведення реконструкції за територіальними межами цих існуючих об'єктів не має сенсу. Територіальна альтернатива 2 - відсутня.

#### 4. Соціально-економічний вплив планованої діяльності

Забезпечення умов для здійснення судноплавства в українській частині дельти Дунаю сприятиме збільшенню зайнятості та рівня оплати праці в найперспективніших і найдинамічніших галузях господарства. Так, мають з'явитися додаткові робочі місця на флоті, у портах, на залізничному та автотранспорті, в обслуговуючих організаціях, на промислових підприємствах суднобудування і судноремонту тощо. Прогнозується зростання інвестицій не лише в транспортний комплекс, а й в інші галузі господарства та інфраструктуру регіону. Для мешканців придунайських міст і сіл значно покращаться умови пасажирського сполучення, розвитку водного туризму, зокрема й міжнародного. Таким чином, планована діяльність призведе до істотних позитивних зрушень у соціальній сфері регіону і значно збільшить загальний рівень добробуту населення.

5. Загальні технічні характеристики, у тому числі параметри планованої діяльності (потужність, довжина, площа, обсяг виробництва тощо)

Технічні характеристики будівництва I пускового комплексу відповідають фактично досягнутим параметрам ГСХ р. Дунай - Чорне море, відповідно до яких визначаються максимальні параметри розрахункового судна.

Технічні характеристики будівництва II пускового комплексу - забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 5,0 м, шириною - 17,0 м, довжиною - 125 м.

Технічні характеристики будівництва III пускового комплексу - забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 7,2 м

Реконструкція споруди огорожувальна дамба морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай – Чорне море здійснюється з виділенням 3-х пускових комплексів: ПК I - реконструкція існуючої (північної) огорожувальної дамби зі зміною її конфігурації на наближеній до берега ділянці, довжиною 1700 м; ПК II - будівництво наближеної до берега ділянки паралельної (південної) струменестискувальної дамби, довжиною 1900 м; ПК III - добудова віддалених від берега ділянок південної та північної струменестискувальних дамб, довжиною 900 м і 2300 м відповідно.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі річкові відвали та берегові гідровідвали; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал.

Орієнтовна довжина реконструйованого морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай – Чорне море складатиме 3,8 км; річкової частини - 168.86 км.

Орієнтовний сумарний обсяг ґрунтів днопоглиблення складатиме 10 000 тис.м<sup>3</sup>.

## 6. Екологічні та інші обмеження планованої діяльності за альтернативами:

### Технічна альтернатива 1

Проходження частини траси ГСХ Дунай – Чорне море в межах зони антропогенних ландшафтів Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), у якій допускається антропогенна діяльність, у тому числі, судноплавство.

У період масового розмноження диких тварин будівельні роботи, які є джерелом підвищеного шуму та неспокою, ведуться згідно вимог «Положення про Дунайський біосферний заповідник».

Необхідність припинення будівельних робіт у періоди НМУ (зокрема штормів та льодових явищ).

Необхідність обмеження будівельних робіт, по окремих ділянках, під час дії спеціалізованих державних нерестових заборон на використання водних біоресурсів.

### Технічна альтернатива 2

Проходження частини траси ГСХ Дунай – Чорне море в межах зони антропогенних ландшафтів Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), у якій допускається антропогенна діяльність, у тому числі, судноплавство.

У період масового розмноження диких тварин будівельні роботи, які є джерелом підвищеного шуму та неспокою, ведуться згідно вимог «Положення про Дунайський біосферний заповідник».

Необхідність припинення будівельних робіт у періоди НМУ (зокрема штормів та льодових явищ).

Необхідність обмеження будівельних робіт, по окремих ділянках, під час дії спеціалізованих державних нерестових заборон на використання водних біоресурсів.

## 7. Необхідна еколого-інженерна підготовка і захист території за альтернативами:

За обома технічними альтернативами необхідна еколого-інженерна підготовка території берегових гідровідвалів ґрунтів днопоглиблення.

## 8. Сфера, джерела та види можливого впливу на довкілля:

Сфера можливого впливу планованої діяльності для обох технічних альтернатив охоплює:

- повітряне середовище: місця дислокації будівельних машин, механізмів та плавзасобів вздовж рукавів Кілійського, Старостамбульського, Бистрого та морського підхідного каналу в будівельний період та при проведенні експлуатаційних днопоглиблювальних робіт; місця пересування плавзасобів при транспортуванні ґрунтів днопоглиблення з району морського підхідного каналу до морського підводного відвалу та траса проходження транзитних суден в період експлуатації;
- геологічне середовище: місця техногенних змін рельєфу дна та берегів вздовж траси ГСХ р. Дунай – Чорне море; ділянка узмор'я, прилегла до гирла рукава Бистрий, де є імовірними зміни процесів еволюції дельти Дунаю внаслідок змінених гідродинамічних умов в морській частині ГСХ р. Дунай – Чорне море
- водне середовище: місця пошкодження поверхні дна при проведенні робіт з днопоглиблення, реконструкції городжувальної дамби і підводного складування

грунту; ділянки дельти Дунаю де є імовірною зміна гідрологічного і гідродинамічного режиму як наслідок проведення будівельних робіт і проходження суден; місця надходження в воду завислих і розчинених забруднюючих речовин при переміщенні ґрунтів днопоглиблення, а також у випадках порушення режиму експлуатації суден і скоєння аварій;

- ґрунти: місця берегових гідровідвалів; прилеглі до рукавів дельти ділянки, де є імовірними зміни водного режиму ґрунтів;
- рослинний і тваринний світ: опосередкований вплив є можливим в межах сфери усіх перелічених впливів на абіотичні умови довкілля;

Джерелами впливів планованої діяльності на довкілля є:

- будівельні машини та механізми, плавзасоби та транзитні судна (газоподібні та аерозольні викиди у повітря, акустичне забруднення, механічна дія, хімічне забруднення води та збільшення вмісту у воді завислих речовин під час проведення робіт з днопоглиблення та складування ґрунтів днопоглиблення);
- змінена внаслідок планованої діяльності морфометрія рукавів та району морського підхідного каналу (гідрологічний вплив та гідродинамічна дія).

Прямі види впливів при цьому поділяються на хімічні, фізичні та механічні. Опосередкованим видом впливу є біологічний (зміна умов життєдіяльності гідробіоценозів).

9. Належність планованої діяльності до першої чи другої категорії видів діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля (зазначити відповідний пункт і частину статті 3 Закону України "Про оцінку впливу на довкілля")

Планована діяльність, з врахуванням параметрів розрахункового судна, що зможе проходити глибоководним судновим ходом, належить до першої категорії видів діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля, а саме, до будівництва «глибоководних суднових ходів, у тому числі у природних руслах річок, спеціальних каналів на суходолі та у мілководних морських акваторіях, придатних для проходження суден тоннажністю понад 1350 тонн» (абзац 7 пункту 7 частини 2 статті 3 Закону України "Про оцінку впливу на довкілля").

Така планована діяльність згідно пункту 5 статті 3 цього Закону підлягає оцінці транскордонного впливу на довкілля.

10. Наявність підстав для здійснення оцінки транскордонного впливу на довкілля (в тому числі наявність значного негативного транскордонного впливу на довкілля) та перелік держав, довкілля яких може зазнати значного негативного транскордонного впливу (зачеплених держав)

Підстави для здійснення оцінки транскордонного впливу на довкілля обумовлені місцем проведення планованої діяльності, а саме:

- близькістю району здійснення планованої діяльності до кордону з Румунією;
- існуванням у зоні впливу планованої діяльності білатерального румунсько-українського біосферного резервату «Дельта Дунаю», однією з частин якого є Дунайський біосферний заповідник на території України, а іншою – Біосферний заповідник Дельта Дунаю на території Румунії.

Виходячи з цього, Румунія є можливою зачепленою державою при здійсненні планованої діяльності.

Території інших держав, розташованих у басейні р. Дунай, знаходяться поза межами зони впливу планованої діяльності, тому ці держави не мають достатніх підстав вважати себе зачепленими при здійсненні планованої діяльності.

11. Планований обсяг досліджень та рівень деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля

Дослідження включатимуть:

- аналіз та узагальнення результатів комплексного екологічного моніторингу довкілля у зоні впливу ГСХ Дунай – Чорне море, який постійно проводиться, починаючи з 2004 р., а також інформації з опублікованих та архівних джерел, яка характеризує стан довкілля в районі планованої діяльності;
- вивчення відомчих та фондкових даних щодо морфометричних та гідрологічних параметрів рукавів дельти та узмор'я;
- прогнозування та оцінка імовірних наслідків змін стану довкілля, включаючи транскордонні аспекти, при здійсненні планованої діяльності за технічними альтернативами, в тому числі із застосуванням методів математичного моделювання.

Звіт з оцінки впливу на довкілля міститиме:

- опис планованої діяльності, зокрема, місця провадження планованої діяльності; цілей планованої діяльності; опис основних характеристик планованої діяльності за сучасною схемою її здійснення та виправданими альтернативними варіантами з описом основних причин обрання запропонованого варіанта;
- опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності;
- опис поточного стану довкілля та здоров'я населення за існуючих умов здійснення діяльності;
- опис ймовірного стану довкілля та здоров'я населення при здійсненні планованої діяльності за основним та альтернативним варіантом;
- оцінку впливу планованої діяльності за варіантами на довкілля, зокрема, навколишнє водне та геологічне середовище, ґрунти, рослинний та тваринний світ, об'єкти природно-заповідного фонду та здоров'я населення;
- оцінку ризиків для довкілля та здоров'я населення, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій;
- опис методів прогнозування, що використовувалися для оцінки впливів на довкілля;
- опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля;
- стислий зміст програм моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля під час провадження планованої діяльності;
- резюме нетехнічного характеру, розраховане на широку аудиторію.

12. Процедура оцінки впливу на довкілля та можливості для участі в ній громадськості

Планована суб'єктом господарювання діяльність може мати значний вплив на довкілля і, отже, підлягає оцінці впливу на довкілля відповідно до Закону України "Про оцінку впливу на довкілля". Оцінка впливу на довкілля - це процедура, що передбачає:

підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля;  
проведення громадського обговорення планованої діяльності;

аналіз уповноваженим органом звіту з оцінки впливу на довкілля, будь-якої додаткової інформації, яку надає суб'єкт господарювання, а також інформації, отриманої від громадськості під час громадського обговорення, під час здійснення процедури оцінки трансграничного впливу, іншої інформації;

надання уповноваженим органом мотивованого висновку з оцінки впливу на довкілля, що враховує результати аналізу, передбаченого абзацом п'ятим цього пункту;

врахування висновку з оцінки впливу на довкілля у рішенні про провадження планованої діяльності, зазначеному у пункті 14 цього повідомлення.

У висновку з оцінки впливу на довкілля уповноважений орган, виходячи з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності, визначає допустимість чи обґрунтовує недопустимість провадження планованої діяльності та визначає екологічні умови її провадження.

Забороняється розпочинати провадження планованої діяльності без оцінки впливу на довкілля та отримання рішення про провадження планованої діяльності.

Процедура оцінки впливу на довкілля передбачає право і можливість громадськості для участі у такій процедурі, зокрема на стадії обговорення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля, а також на стадії розгляду уповноваженим органом поданого суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля.

На стадії громадського обговорення звіту з оцінки впливу на довкілля протягом щонайменше 25 робочих днів громадськості надається можливість надавати будь-які зауваження і пропозиції до звіту з оцінки впливу на довкілля та планованої діяльності, а також взяти участь у громадських слуханнях. Детальніше про процедуру громадського обговорення звіту з оцінки впливу на довкілля буде повідомлено в оголошенні про початок громадського обговорення.

13. Громадське обговорення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля

Протягом 20 робочих днів з дня оприлюднення цього повідомлення на офіційному веб-сайті уповноваженого органу громадськість має право надати уповноваженому органу, зазначеному у пункті 15 цього повідомлення, зауваження і пропозиції до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля.

Надаючи такі зауваження і пропозиції, вкажіть реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності в Єдиному реєстрі з оцінки впливу на довкілля (зазначений на першій сторінці цього повідомлення). Це значно спростить процес реєстрації та розгляду Ваших зауважень і пропозицій.

У разі отримання таких зауважень і пропозицій громадськості вони будуть розміщені в Єдиному реєстрі з оцінки впливу на довкілля та передані суб'єкту господарювання (протягом трьох робочих днів з дня їх отримання). Особи, що надають зауваження і пропозиції, своїм підписом засвідчують свою згоду на обробку їх персональних даних. Суб'єкт господарювання під час підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля зобов'язаний врахувати повністю, врахувати частково або обґрунтовано відхилити зауваження і пропозиції громадськості, надані у процесі громадського обговорення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля.

Детальна інформація про це включається до звіту з оцінки впливу на довкілля.

#### 14. Рішення про провадження планованої діяльності

Відповідно до законодавства рішенням про провадження даної планованої діяльності буде дозвіл, що видається органами державного архітектурно-будівельного контролю.

15. Усі зауваження і пропозиції громадськості до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля, необхідно надсилати до Відділу оцінки впливу на довкілля Управління оцінки впливу на довкілля та стратегічної екологічної оцінки Міністерства енергетики та захисту довкілля України, 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, e-mail: [OVD@menr.gov.ua](mailto:OVD@menr.gov.ua), [gladun@menr.gov.ua](mailto:gladun@menr.gov.ua), контактна особа: Гладун Євгеній Євгенійович, головний спеціаліст відділу оцінки впливу на довкілля, тел. (044) 206-31-50, (044) 206-31-40.

#### **Іконографічні підтвердження опублікування та розміщення Повідомлення:**

Рисунок 1. Публікація Повідомлення про плановану діяльність в газеті «Чорноморські новини» № 043 (22161) від 04.06.20 р. (Одеса).

Рисунок 2. Публікація Повідомлення про плановану діяльність в газеті «Дунайська зоря» № 37 (11528) від 05.06.20 р. (Кілія).

Рисунок 3. Публікація Повідомлення про плановану діяльність в газеті «Курьер недели» № 45 (1642) від 06.06.20 р. (Измаил, Килия, Болград, Рени).

Рисунок 4. Розміщення Повідомлення про плановану діяльність на сайті Ренійської РДА від 30.06.20 р. (за посиланням <http://reni-rda.odessa.gov.ua/reni-novini/pov-domlennya-pro-planovanu-d-yal-n-st-yaka-p-dlyaga-os-nc-vplivu-na-dovk-llya/> від 04.06.20)

Рисунок 5. Розміщення Повідомлення про плановану діяльність на сайті Ізмаїльської РДА від 30.06.20 р. (лист 01/01-19/11118/1303 від 06.07.20 р.).

Рисунок 6. Розміщення Повідомлення про плановану діяльність на дошці оголошень Кілійської МР (лист 2188/12 від 11.06.20 р.).

Рисунок 7. Розміщення Повідомлення про плановану діяльність на дошці оголошень Ренійської МР (лист № 13/734-878 від 17.07.20 р.).

Рисунок 8. Розміщення Повідомлення про плановану діяльність на дошці ДБЗ (15.06.2020 р.).





# Повідомлення про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля

Державне підприємство «Адміністрація морських портів України» в особі філії «Дельта-лоцман» ДП «АМПУ», код ЄДРПОУ 38728507 інформує про намір провадити плановану діяльність та оцінку її впливу на довкілля.

## 1. Інформація про суб'єкта господарювання.

Поштова адреса: Україна, 54001, м. Миколаїв, вул. Лягіна, 27, контактний номер телефону +38 0512 500-901.

## 2. Планована діяльність, її характеристика, технічні альтернативи.

Планована діяльність, її характеристика.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» (далі – ГСХ р. Дунай - Чорне море).

Судновий хід р. Дунай - Чорне море складається з таких об'єктів та ділянок:

морська частина: морський підхідний канал; огорожувальна дамба морського підхідного каналу; морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення;

річкова частина: ділянка море - Вилкове (1,5 - 20,5 км) - проходить по рукавам Бистрий та Старостамбульський; ділянка Вилкове - Ізмаїльський Чатал (20,5 - 116 км) - проходить по Кілійському рукаву; ділянка Ізмаїльський Чатал - Рені (116,0-170,36 км) - проходить по р. Дунай вздовж державного кордону України; до об'єктів річкової частини належать також річкові та берегові відвали ґрунтів днопоглиблення.

### Технічна альтернатива 1.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море передбачається шляхом проведення гідротехнічних та днопоглиблювальних робіт з виділенням трьох пускових комплексів (ПК):

ПК I - забезпечення фактично досягнутих параметрів ГСХ р. Дунай - Чорне море; ПК II - забезпечення проходження розрахункового судна з осадкою 5,0 м; ПК III - забезпечення проходження розрахункового судна з осадкою 7,2 м.

При реалізації проектних рішень:

- ПК I планується реконструкція існуючої північної огорожувальної дамби на ділянці, прилеглої до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення не виконується.

- ПК II планується будівництво

південної огорожувальної дамби на ділянці, прилеглої до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення виконується на МПК та річкової ділянці ГСХ (перекати).

- ПК III планується добудова морських ділянок південної та північної огорожувальних дамб; днопоглиблення виконується на МПК та річкової ділянці ГСХ (перекати).

Таким чином буде створена система двох паралельних струменестисувальних дамб.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі берегові гідровідвали; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення.

### Технічна альтернатива 2.

Основні технічні рішення згідно з робочим проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Проектно-вишукувальний і конструкторсько-технологічний інститут річкового транспорту «РІЧТРАНСПРОЕКТ», Київ, 2006 р.

Реалізацію рішень робочого проекту було передбачено у 2 етапи.

На першому етапі (фаза 1) відновлення ГСХ включало проведення днопоглиблювальних робіт зі створення морського підхідного каналу (МПК) через бар рукава Бистрий довжиною 3.432 км., будівництво північніше від МПК частини односторонньої огорожувальної дамби (на першому етапі – 1040м., на другому - 2730м.), поглиблення перекатів у Кілійському рукаві між Ізмаїльським Чаталом і Вилковим. Більше 90% довжини траси ГСХ проходить руслом Кілійського рукава, ширина та переважаючі глибини якого відповідають вимогам до водного шляху вищого міжнародного класу. Днопоглиблювальні роботи на 1 і 2 етапах необхідні тільки у межах перекатів.

Метою першого етапу було забезпечення проходження трасою ГСХ суден з осадкою 5,85 м.

На другому етапі (фаза 2) передбачалося продовження днопоглиблювальних робіт та гідротехнічних робіт на барі Бистрого і перекатах Кілійського і Старостамбульського рукавів до повного розвитку ГСХ, з метою доведення його параметрів до міжнародних стандартів і за-

безпечення проходження суден з осадкою 7,2 м. Для досягнення стабільної експлуатації ГСХ на цьому етапі було передбачено добудову огорожувальної дамби і спорудження струмененапрямної дамби та берегоукріплення у місці розвилки рукавів Бистрий і Старостамбульський.

На етапі 1 днопоглиблювальні роботи у руслі рукава Бистрий не проводилися. На другому етапі (повного розвитку) ГСХ обсяг виїмки ґрунту в рукаві Бистрий є незначним.

Складування ґрунтів днопоглиблення передбачено у берегові відвали на лівому березі Кілійського рукава і на морський відвал ґрунту, під який відведено ділянку морського дна у вигляді кола площею 269,2 га на глибині 22 м, розташовану на схід від гирла рукава Бистрий у 8 км від берегової лінії.

## 3. Місце провадження планованої діяльності, територіальні альтернативи.

### Місце провадження планованої діяльності: територіальна альтернатива 1.

Територіальна альтернатива 1 обумовлена розташуванням і призначенням існуючого та діючого глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море - Україна, Одеська область, Ізмаїльський, Кілійський та Ренійський райони.

### Місце провадження планованої діяльності: територіальна альтернатива 2.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» по суті є поетапним збільшенням глибини шляхом днопоглиблення існуючих та діючих об'єктів глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море. Проведення реконструкції за територіальними межами цих існуючих об'єктів не має сенсу. Територіальна альтернатива 2 - відсутня.

## 4. Соціально-економічний вплив планованої діяльності

Забезпечення умов для здійснення судноплавства в українській частині дельти Дунаю сприятиме збільшенню зайнятості та рівня оплати праці в найперспективніших і найдинамічніших галузях господарства. Так, мають з'явитися додаткові робочі місця на флоті, у портах, на залізничному та автотранспорті, в обслуговуючих організаціях, на промислових підприємствах

суднобудування і судноремонту тощо. Прогнозується зростання інвестицій не лише в транспортний комплекс, а й в інші галузі господарства та інфраструктуру регіону. Для мешканців придунайських міст і сіл значно покращаться умови пасажирського сполучення, розвитку водного туризму, зокрема й міжнародного.

Таким чином, планована діяльність призведе до істотного позитивних зрушень у соціальній сфері регіону і значно збільшить загальний рівень добробуту населення.

## 5. Загальні технічні характеристики, у тому числі параметри планованої діяльності (потужність, довжина, площа, обсяг виробництва тощо)

Технічні характеристики будівництва I пускового комплексу відповідають фактично досягнутих параметрам ГСХ р. Дунай - Чорне море, відповідно до яких визначаються максимальні параметри розрахункового судна.

Технічні характеристики будівництва II пускового комплексу - забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 5,0 м, шириною - 17,0 м, довжиною - 125 м.

Технічні характеристики будівництва III пускового комплексу - забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 7,2 м

Реконструкція споруди огорожувальної дамби морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай - Чорне море здійснюється з виділенням 3-х пускових комплексів: ПК I - реконструкція існуючої (північної) огорожувальної дамби зі зміною її конфігурації на наближеній до берега ділянці, довжиною 1700 м;

ПК II - будівництво наближеної до берега ділянки паралельної (південної) струменестисувальної дамби, довжиною 1900 м; ПК III - добудова віддалених від берега ділянок південної та північної струменестисувальних дамб, довжиною 900 м і 2300 м відповідно.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі річкові відвали та берегові гідровідвали; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал.

Орієнтовна довжина реконструйованого морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай - Чорне море складається 3,8 км; річкової частини - 168,86 км.

Рисунок 2

(дата офіційного опублікування в Єдиному реєстрі з оцінки впливу на довкілля (автоматично генерується програмними засобами ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля, незначається суб'єктом господарювання)

(реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності (автоматично генерується програмними засобами ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля, для паперової версіїзначається суб'єктом господарювання)

## ПОВІДОМЛЕННЯ

про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля  
Державне підприємство «Адміністрація морських портів України» в особі філії «Дельта-лоцман» ДП «АМПУ»,  
код ЄДРПОУ 38728507  
інформує про намір провадити плановану діяльність та оцінку її впливу на довкілля.

### 1. Інформація про суб'єкта господарювання

Пошта адреса: Україна, 54001, м. Миколаїв, вул. Лягіна, 27, контактний номер телефону +38 0512 500-901.

### 2. Планована діяльність, її характеристика, технічні альтернативи

Планована діяльність, її характеристика.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» (далі - ГСХ р. Дунай - Чорне море).

Судновий хід р. Дунай - Чорне море складається з таких об'єктів та ділянок:

*морська частина:* морський підхідний канал; огороджувальна дамба морського підхідного каналу; морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення;

*річкова частина:* ділянка море - Вилкове (1,5 - 20,5 км) - проходить по рукаві Бистрий та Старостамбульській; ділянка Вилкове - Ізмаїльський Чатал (20,5 - 116 км) - проходить по Кілійському рукаві; ділянка Ізмаїльський Чатал - Рені (116,0 - 170,36 км) - проходить по р. Дунай вздовж державного кордону України; до об'єктів річкової частини належать також річкові та берегові відвали ґрунтів днопоглиблення.

- ПК II планується будівництво південної огороджувальної дамби на ділянці, прилеглій до гирла рукава Бистрий; днопоглиблення виконується на МПК та річкової ділянці ГСХ (перекати).

- ПК III планується добування морських ділянок південної та північної огороджувальних дамб; днопоглиблення виконується на МПК та річкової ділянці ГСХ (перекати).

Таким чином буде створена система двох паралельних струменестискувальних дамб.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі берегові гідравлічні дамби; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал ґрунтів днопоглиблення.

### Технічна альтернатива 2.

Основні технічні рішення згідно з робочим проектом «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Проектно-вишукувальний і конструкторсько-технологічний Інститут річкового транспорту «РІЧТРАНСПРОЕКТ», Київ, 2006 р.

Реалізацію рішень робочого проекту було передбачено у 2 етапи.

На першому етапі (фаза 1) відновлення ГСХ включало проведення днопоглиблювальних робіт зі створення морського підхідного каналу (МПК) через бар рукава Бистрий довжиною 3,432 км, будівництво північної від МПК частини односторонньої огороджувальної дамби (на першому етапі - 1040 м, на другому - 2730 м), поглиблення перекатів у Кілійському рукаві між Ізмаїльським Чаталом і Вилковим. Більше 90% довжини траси ГСХ проходить руслом Кілійського рукава, ширина та переважачі глибини якого відповідають вимогам до водного шляху вищого міжнародного класу. Днопоглиблювальні роботи на 1 і 2 етапах необхідні тільки в межах перекатів.

Метою першого етапу було забезпечення проходження трасою ГСХ суден з осадкою 5,85 м.

На другому етапі (фаза 2) передбачалося продовження днопоглиблювальних робіт та гідротехнічних робіт на барі Бистрого і перекатах Кілійського і Старостамбульського рукавів до повного розвитку ГСХ, з метою доведення його параметрів до міжнародних стандартів і забезпечення проходження суден з осадкою 7,2 м. Для досягнення стабільної експлуатації ГСХ на цьому етапі було передбачено добування огороджувальної дамби і спорудження струмененапрямної дамби та берегоукріплення у місці розвилки рукавів Бистрий і Старостамбульський.

На етапі 1 днопоглиблювальні роботи у руслі рукава Бистрий не проводилися. На другому етапі (повного розвитку) ГСХ обсяг виїмки ґрунту в рукаві Бистрий є незначним.

Складування ґрунтів днопоглиблення передбачено у берегові відвали на лівому березі Кілійського рукава і на морській відвал ґрунту, під який відведено ділянку морського дна у вигляді кола площею 269,2 га на глибині 22 м, розташовану на схід від гирла рукава Бистрий у 8 км від берегової лінії.

### 3. Місце провадження планованої діяльності, територіальні альтернативи.

Місце провадження планованої діяльності: територіальна альтернатива 1.

Територіальна альтернатива 1 обумовлена розташуванням і призначенням існуючого та діючого глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море - Україна, Одеська область, Ізмаїльський, Кілійський та Ренійський райони.

Місце провадження планованої діяльності: територіальна альтернатива 2.

Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» по суті є поетапним збільшенням глибин шляхом днопоглиблення існуючих та діючих об'єктів глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море. Проведення реконструкції за територіальними межами цих існуючих об'єктів не має сенсу. Територіальна альтернатива 2 - відсутня.

### 4. Соціально-економічний вплив планованої діяльності

Забезпечення умов для здійснення судноплавства в українській частині дельти Дунаю сприятиме збільшенню зайнятості та рівня оплати праці в найперспективніших і найдинамічніших галузях господарства. Так, мають з'явитися додаткові робочі місця на флоті, у портах, на залізничному та автотранспорті, в обслуговуючих організаціях, на промислових підприємствах суднобудування і судноремонту тощо. Прогнозується зростання інвестицій не лише в транспортний комплекс, а й в інші галузі господарства та інфраструктуру регіону. Для мешканців придунайських міст і сіл значно покращаться умови пасажирського сполучення, розвитку водного туризму, зокрема й міжнародного.

Таким чином, планована діяльність призведе до істотних позитивних зрушень у соціальній сфері регіону і значно збільшить загальний рівень добробуту населення.

### 5. Загальні технічні характеристики, у тому числі параметри планованої діяльності (потужність, довжина, площа, обсяг виробництва тощо)

Технічні характеристики будівництва I пускового комплексу відповідають фактично досягнутим параметрам ГСХ р. Дунай - Чорне море, відповідно до яких визначаються максимальні параметри розрахункового судна.

Технічні характеристики будівництва II пускового комплексу - забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 5,0 м, шириною - 17,0 м, довжиною - 125 м.

Технічні характеристики будівництва III пускового комплексу - забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 7,2 м.

Реконструкція споруди огороджувальної дамби морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай - Чорне море здійснюється з виділенням 3-х пускових комплексів: ПК I - реконструкція існуючої (північної) огороджувальної дамби зі зміною її конфігурації на найближчій до берега ділянці, довжиною 1700 м;

ПК II - будівництво найближчої до берега ділянки паралель-

ної (південної) струменестискувальної дамби, довжиною 1900 м; ПК III - добування відвалених від берега ділянок південної та північної струменестискувальних дамб, довжиною 900 м і 2300 м відповідно.

Складування ґрунтів днопоглиблення річкової частини ГСХ здійснюється на діючі річкові відвали та берегові гідравлічні дамби; складування ґрунтів днопоглиблення морської частини здійснюється на існуючий морський підводний відвал.

Орієнтовна довжина реконструйованого морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай - Чорне море складатиме 3,8 км; річкової частини - 168,86 км.

Орієнтовний сумарний обсяг ґрунтів днопоглиблення складатиме 10 000 тис. м<sup>3</sup>.

### 6. Екологічні та інші обмеження планованої діяльності за альтернативами:

### Технічна альтернатива 1

Проходження частини траси ГСХ Дунай - Чорне море в межах зони антропогенних ландшафтів Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), у якій допускається антропогенна діяльність, у тому числі, судноплавство.

У період масового розмноження диких тварин будівельні роботи, які є джерелом підвищеного шуму та неслою, ведуться згідно вимог «Положення про Дунайський біосферний заповідник».

Необхідність припинення будівельних робіт у періоді НМУ (зокрема штормів та льодових явищ).

Необхідність обмеження будівельних робіт, по окремим ділянкам, під час дії спеціалізованих державних нерестових заборон на використання водних біоресурсів.

### Технічна альтернатива 2

Проходження частини траси ГСХ Дунай - Чорне море в межах зони антропогенних ландшафтів Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), у якій допускається антропогенна діяльність, у тому числі, судноплавство.



РЕНІЙСЬКА РАЙОННА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

Сьогодні: 30 червня 2020



Користувачам з вадами зору

Приймальня адміністрації  
(048-40) 4-02-26

Пошук по сайту

Про райадміністрацію Звернення та прийом громадян Адміністративні послуги Доступ до публічної інформації Контакти

Головна Новини **ПОВІДОМЛЕННЯ про планувану діяльність, яка підлягає...**

Новини

Діяльність РДА

Структурні підрозділи

Структура Ренійської районної державної адміністрації

Розпорядження

Бюджет району

Економіка району

ВАКАНСІЇ

Громадянське суспільство та влада

Територіальні підрозділи

04.06.2020

## ПОВІДОМЛЕННЯ про планувану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля

Державне підприємство «Адміністрація морських портів України» в особі філії «Дельта-лоцман» ДП «АМПУ» інформує про намір провадити планувану діяльність реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» та оцінку її впливу на довкілля.

[ПОВІДОМЛЕННЯ про планувану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля](#)

Нравится 0

Твітнуть

Рисунок 4





УКРАЇНА

## ІЗМАЇЛЬСЬКА РАЙОННА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

пр. Суворова, 62, м. Ізмаїл, Одеська область, 68601. тел. (04841) 2-01-46  
E-mail: rda@izmail.odessa.gov.ua Код ЄДРПОУ 04057126

06.07.2020 № 01/01 - 19/1118/1503  
на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Державна служба морського та  
річкового транспорту  
України ДП «Державний проєктно-  
вишукувальний  
транспорт «ЧОРНОМОРІДІПРОЕКТ»  
пр. Шевченка, 12, м. Одеса

На виконання листа від 04.06.2020 року вх.№1118/01-19/01 та відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» на сайт Ізмаїльської районної державної адміністрації розміщено Повідомлення про планову діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля - реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти».

Усі зауваження і пропозиції громадськості до планованої діяльності, обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту з оцінки впливу на довкілля, буде надсилатись до Відділу оцінки впливу на довкілля Управління оцінки впливу на довкілля та стратегічної екологічної оцінки Міністерства енергетики та захисту довкілля України, 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, e-mail: [OVD@menr.gov.ua](mailto:OVD@menr.gov.ua), [gladun@menr.gov.ua](mailto:gladun@menr.gov.ua), контактна особа: Гладун Євгеній Євгенійович, головний спеціаліст відділу оцінки впливу на довкілля, тел. (044) 206-31-50, (044) 206-31-40.

Голова

Наталія ТОЛДОРОВА

вик Існова О. М.  
тел 7-23-32



УКРАЇНА  
**ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ  
 КІЛІЙСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

вул. Миру, 57, м. Кілія,  
 Одеська обл., 68303

E-mail: kiliyskiygorsovet@ukr.net  
 http://www.gorsovet-kiliya.org.ua  
 Код ЄДРПОУ 04057020

Тел.: (04843) 42401  
 Факс : (04843) 43450

11.06.20 № 2188/12 На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Л.М. Буаб  
В.В. Рагінський  
В.І. Калініченко  
Оле Яков  
190620

Директору Державного підприємства  
 «Державний проектно – вишукувальний  
 та науково - дослідний інститут  
 морського транспорту  
 «ЧОРНОМОРНДПРОЕКТ»  
 Нікуліну С.Г.  
 проспект Шевченка, 12  
 м. Одеса, 65058

Виконавчий комітет Кілійської міської ради на Ваш лист від 03.06.2020р.  
 № ГП2-8/745 повідомляє наступне.

Відповідно до статті 4 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», з метою доведення інформації до відома мешканців міста Кілія про намір ДП «АМПУ» в особі філії «Дельта - лоцман» проводити планову діяльність реконструкції об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» та її впливу на довкілля, виконавчий комітет Кілійської міської ради 10.06.2020р. розмістив Ваше повідомлення на дошці оголошень в приміщенні Кілійської міської ради.

Додатково інформуємо, керуючись ст.69-1 Податкового кодексу України просимо Вас перераховувати грошові стягнення за шкоду, заподіяну порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища внаслідок господарської та іншої діяльності до бюджету Кілійської міської об'єднаної територіальної громади за реквізитами:

Отримувач – УК у Кілійському районі / отг м. Кілія (код 24062100)

Код отримувача – 37905000,

ВХОД № 339  
 ДЕЛО № 19.06.2020  
 ЧЕРНОМОРНДПРОЕКТ





УКРАЇНА

**ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ  
РЕНІЙСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

вул. Соборна, 103, м. Рені, 68800, тел.4-02-16, факс 4-02-21  
E-mail: [merreni@ukr.net](mailto:merreni@ukr.net), web: [http:// www.renimvk.od.ua](http://www.renimvk.od.ua)  
Код ЄДРПОУ 04056990

17.07.2020 № 13 / 734 - 878

на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

А.М. Гусев *21.07.20*  
В.В. Падимов

*для роботи*  
*24.07.20*

*М.В. Туржанський*  
*24.07.20*  
Директору  
ДП «Державний проектно-  
вишукувальний  
та науково-дослідний  
інститут морського транспорту  
«ЧОРНОМОРНДПРОЕКТ»  
Нікуліну С.Г.  
вул. Шевченка, 12, м. Одеса, 65058

На Ваш лист від 03.06.2020 року № ГПІ2-8/744 виконавчий комітет Ренійської міської ради Одеської області повідомляє, що Повідомлення про плановану діяльність реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» було розміщено на дошці оголошень міськвиконкому протягом 20 робочих днів з 04.06.2020 року по 02.07.2020 року.

Міський голова

*Плехов*

І.В. Плехов

Вик.: *Калайджі О.П.*  
тел. (04840) 4-02-21

ВХОД. № 476  
ДЕЛО. № 24.07.2020  
ЧЕРНОМОРНДПРОЕКТ

Рисунок 7

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE  
DANUBE BIOSPHERE RESERVE**

Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) був створений Указом Президента України № 851/98 от 10.08.1998 г. на базі природного заповідника «Дунайські плавні». Обща площа складає 50252,9 га.

The Danube Biosphere Reserve was established by Presidential Decree № 851/98 of 10.08.1998, upgrading the status of the "Dunayskiye Plavni" (Danube Wetlands) Nature Reserve. Its total area covers 50,252.9 hectares.

**Влада України**

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ДУНАЙСЬКИЙ БІОСФЕРНИЙ ЗАПОВЕДНИК**

Решенням Міжнародного координаційного комітета програми ЮНЕСКО "Человек и биосфера" от 2 февраля 1989 г. заповедник включен в состав Всемирной сети биосферных резерватов в составе билатерального румыно-украинского биосферного трансграничного резервата "Дельта Дунай".

On 2nd February 1999, the International Coordinating Committee of UNESCO's Man and Biosphere Programme incorporated the reserve as part of the World Network of Biosphere Reserves, within the cross-border Romanian-Ukrainian "Danube Delta" Biosphere Reserve.

**Флора дельти**

Флора дельти насчитывает 1562 вида растений. Среди них 25 редких и 10 эндемичных растений занесены в Красную книгу Украины и 10 – в Красную книгу Европы.

1562 species of plants have been recorded from the Danube Delta. Of these, 26 species of plants are included in the Red Data Book of Ukraine and 10 are in the European Red List.

**Фауна дельти**

В заповіднику зареєстровано 106 видів риби (33X видів риби України), з яких 7 – в Червоній книжці України та 7 – в Червоній книжці Європи.

106 species of fish have been recorded in the reserve, which is 43% of all fish species found in the Danube Delta. 7 species are listed in the Red Data Book of Ukraine and 7 species are listed in the European Red List.

**Кількість**

Кількість нелегальних ДБЗ, складає майже 40 видів заповідника в Європійській Красній книжці України.

There are about 2000 insect species inhabiting the reserve. 46 of these insects are listed in the European Red List and Red Data Book of Ukraine.

**43 видів**

43 видів тварин знайдено в Дельті Дунаю.

There are 43 species of mammals found in the Danube Delta. 19 of them are listed in the Red Data Book of Ukraine and 7 species are listed in the European Wild Cat and European Mink populations that are of importance.

**Трип "Тем Кішнікідер"**

Дунайський біосферний заповідник України

№	Назва	Категорія	Місце
1	Міжнародний заповідник	11	Заповідник
2	Міжнародний заповідник	12	Заповідник
3	Міжнародний заповідник	13	Заповідник
4	Міжнародний заповідник	14	Заповідник
5	Міжнародний заповідник	15	Заповідник
6	Міжнародний заповідник	16	Заповідник
7	Міжнародний заповідник	17	Заповідник
8	Міжнародний заповідник	18	Заповідник
9	Міжнародний заповідник	19	Заповідник
10	Міжнародний заповідник	20	Заповідник

Парк і екологія  
Історія і культура

Trail "Tem Kishnikider"

Scale: 0 1 2 3 4 km

Рисунок 8

## ДОДАТОК Б ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ПОГОДЖУЮ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Перший заст. директора УКРНДІЕП  
з наукової роботи

О. Г. Васенко

2020 р.



Головний інженер  
ДП «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ»

В. В. Патинський

2020 р.

**Завдання на оцінку впливу на довкілля планованої діяльності  
«Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового  
ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти». Розробка Звіту з  
ОВД**

Перелік основних вихідних даних та вимог	Основні вихідні дані та вимоги
1. Назва планованої діяльності та місцезнаходження об'єктів	1.1. Назва: Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти» (далі – ГСХ р. Дунай - Чорне море). 1.2. Місцезнаходження об'єктів: Україна, Одеська область, Ізмаїльський та Кілійський райони.
2. Замовник	2. Державне підприємство «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ»
3. Замовник проекту	3. Державне підприємство «Адміністрація морських портів України» в особі філії «Дельта-лоцман» ДП «АМПУ».
4. Підрядник	4. Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП).
5. Стадія розробки	5. ТЕО.
6. Джерело фінансування	6. Власні кошти підприємства та інші джерела.
7. Основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристики об'єкта, черговість будівництва	7.1. Забезпечення безпечного проходу розрахункового судна по трасі ГСХ р. Дунай - Чорне море. 7.2. Судновий хід р. Дунай - Чорне море складається з таких ділянок: 7.2.1. Морська частина: 7.2.1.1. Морський підхідний канал довжиною 3,374 км; 7.2.1.2. Огороджувальна дамба морського підхідного каналу; 7.2.1.3. Морське звалище ґрунту; 7.2.2. Річкова частина: 7.2.2.1. Море - Вилкове (1,5 - 20,5 км). Гирло Бистре - Старостамбульське гирло; 7.2.2.2. Вилкове - Ізмаїльський Чатал (20,5 - 116 км) - проходить по Кілійському гирлу; 7.2.2.3. Ізмаїльський Чатал - Рені (116,0-170,36 км) - проходить по держкордону України. 7.3. В одну чергу з виділенням 3-х пускових комплексів:



	<p>7.3.1. Технічні характеристики будівництва I пускового комплексу - <b>Річкова частина</b> - приймаються проектувальником у відповідності до фактично досягнутих параметрів ГСХ р. Дунай - Чорне море станом на дату укладання договору за цим завданням на проектування, проектувальник визначає максимальні параметри розрахункового судна.</p> <p>7.3.2. Технічні характеристики будівництва II пускового комплексу - <b>Забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 5,0м</b>, - приймаються проектувальником з урахуванням:</p> <p>7.3.2.1. параметрів I пускового комплексу;</p> <p>7.3.2.2 забезпечення безпечного проходу розрахункового судна по трасі ГСХ р. Дунай – Чорне море: осадка - 5,0 м, ширина - 17,0 м, довжина - 125 м.</p> <p>7.3.2.3. паспортних параметрів морського підхідного каналу (МПК) ГСХ Дунай-Чорне море та огорожувальної дамби МПК ГСХ р. Дунай - Чорне море.</p> <p>7.3.3. Технічні характеристики будівництва III пускового комплексу - <b>Забезпечення проходження розрахункового судна із осадкою 7,2 м</b>. – приймаються проектувальником з урахуванням:</p> <p>7.3.3.1. параметрів I-II пускових комплексів;</p> <p>7.3.3.2. забезпечення безпечного проходу розрахункового судна із осадкою 7,2 м, інші параметри розрахункового судна визначаються під час проектування на стадії ТЕО.</p>
8.Основні вимоги	<p>8.1. Матеріали з оцінки впливу на довкілля» (далі - ОВД) розробляються у відповідності до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» та, у тому числі, повинні містити:</p> <p>8.1.1. Оцінку впливу на довкілля у транскордонному контексті.</p> <p>8.1.2. Оцінку впливу на довкілля використання відвалів ґрунтів днопоглиблення (берегових та морського підводного тощо) або інших рішень, які будуть прийняті у проекті щодо утилізації ґрунтів днопоглиблення.</p> <p>8.2. Матеріали ОВД розробити із урахуванням результатів комплексного екологічного моніторингу.</p> <p>8.3. На стадії ТЕО на підставі Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» здійснити процедуру оцінки впливу на довкілля наслідків планованої діяльності (ОВД):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Реконструкція об'єктів будівництва «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти» (планована діяльність на підставі матеріалів, які розробляються за завданням на проектування).</li> <li>- Робочий проект «Реконструкція споруди огорожувальної дамби МПК ГСХ р. Дунай-Чорне море на українській ділянці дельти, Одеська область, Кілійський район, гирло Бистре». У випадку, якщо під час розробки за даним завданням на проектування проектувальником буде прийняте та узгоджене із Замовником рішення щодо іншого варіанту реконструкції об'єкта огорожувальної дамби МПК ГСХ р. Дунай-Чорне море, ніж опрацьований в матеріалах робочого проекту (п.21.18. цього завдання), процедура ОВД здійснюється виключно у відношенні до прийнятих рішень щодо планованої діяльності.</li> </ul>

	<p>8.4. На підставі завдання на проектування, ст. 5 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» «Повідомлення про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля, визначення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації» та ст. 14 «Оцінка трансграничного впливу на довкілля» виконати збір та систематизацію інформації для розробки повідомлення про плановану діяльність (далі - Повідомлення), розробити та узгодити із Замовником Повідомлення та забезпечити:</p> <p>8.4.1. отримання та аналіз пропозицій, вимог та зауважень від громадськості та Уповноваженого органу.</p> <p>8.4.2. розробку звіту з ОВД з урахуванням пропозицій, вимог та зауважень, що надійшли (або обґрунтування неврахування пропозицій).</p> <p>8.5. Відповідно до ст. 6 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» включити до Звіту з ОВД:</p> <p>8.5.1. опис виправданих альтернатив (наприклад, географічного та/або технологічного характеру) планованої діяльності, основних причин обрання запропонованого варіанта з урахуванням екологічних наслідків;</p> <p>8.5.2. опис поточного стану довкілля за існуючих умов здійснення діяльності;</p> <p>8.5.3. опис ймовірного стану довкілля в разі припинення діяльності</p> <p>8.5.4. опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності та її альтернатив, у відповідності до п. 6.2.4 ст. 6 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля»;</p> <p>8.5.5. опис і оцінку можливого впливу на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу у відповідності до п. 6.2.5 ст. 6 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля».</p> <p>8.6. Взяти участь у проведенні громадського обговорення та забезпечити науковий супровід відповідних заходів, включаючи підготовку письмових відповідей на зауваження громадськості.</p> <p>8.7. У разі виникнення необхідності, за результатами виконання п. 8.4.1. цього Завдання розробити та узгодити з Замовником проект Технічного завдання на проведення додаткових досліджень, вишукувань та процедур з урахуванням пропозицій, вимог та зауважень щодо планованої діяльності.</p> <p>8.8. Фінансування робіт по проведенню додаткових процедур, досліджень та вишукувань, з урахуванням пропозицій громадськості щодо планованої діяльності, здійснюється Замовником окремо, поза межами даного завдання на розробку матеріалів з оцінки впливу на довкілля.</p> <p>8.9. Фінансування організації та проходження інших процедур відповідно до вимог Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» здійснюється Замовником окремо, поза межами даного завдання на розробку матеріалів з оцінки впливу на довкілля.</p>
9. Вихідні дані	<p>9.1. Замовник забезпечує надання Підряднику вихідних даних відповідно до п. 21 Завдання на проектування.</p> <p>9.2. Замовник забезпечує оперативне надання даних, одержаних у процесі розробки ТЕО, Підряднику для забезпечення вчасної підготовки Повідомлення та Звіту з ОВД.</p>
10. Результати роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Повідомлення про плановану діяльність;</li> <li>- Звіт з оцінки впливу на довкілля.</li> <li>- Оголошення про початок громадського обговорення.</li> </ul>

**ДОДАТОК В**  
**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ Р. ДУНАЙ**

**Таблиця 1 – Середні по ділянці, середньомісячні та середньорічні результати досліджень гіdroхімічних трофо-сапробних показників стану української частини р. Дунай впродовж 2011-2019 років**

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
<b>2011</b>											
01	7,9	13	58	11,4	1,5	19,6	0,12	0,021	1,67	0,043	0,106
02	8,0	9,4	45,5	11,3	2,09	20,0	0,13	0,020	2,07	0,033	0,107
03	8,1	10,4	124	11,1	1,6	12,9	0,12	0,019	1,91	0,039	0,11
04	8,1	9,2	104	10,8	1,9	18,8	0,05	0,019	1,72	0,046	0,118
05	8,1	11,1	50,0	8,3	2,05	19,5	0,06	0,025	1,11	0,027	0,054
06	8,0	13,0	24,0	8,0	1,5	18,6	0,03	0,019	0,98	0,029	0,191
07	8,16	9,3	48,3	6,59	2,36	22,6	0,03	0,018	1,10	0,019	0,109
08	8,0	10,7	46,8	6,66	1,18	19,8	0,06	0,031	0,57	0,039	0,122
09	8,00	11,1	38	6,89	1,26	25,8	0,04	0,032	1,12	0,033	0,12
10	8,08	10,7	71,7	7,90	0,83	15,7	0,04	0,022	1,09	0,047	0,111
11	7,90	12,7	45,8	9,74	1,10	13,6	0,03	0,016	1,44	0,062	0,105

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
12	7,90	15,9	34,4	10,98	2,47	12,7	0,11	0,019	1,39	0,042	0,103
Середнє за рік	8,0	11,4	57,5	9,14	1,65	18,3	0,068	0,022	1,35	0,039	0,113
<b>2012</b>											
<b>01</b>	8,0	13,0	41,8	11,8	2,47	14,8	0,17	0,027	1,54	0,063	0,161
<b>02</b>	7,9	17,0	36,7	12,0	2,75	17,1	0,31	0,022	2,10	0,038	0,118
<b>03</b>	8,0	7,0	101,0	11,8	2,87	16,2	0,24	0,022	1,97	0,033	0,078
<b>04</b>	8,0	10,4	106,0	9,7	1,35	16,1	0,20	0,022	1,68	0,036	0,115
<b>05</b>	8,1	11,0	139,0	8,3	1,22	15,1	0,13	0,054	1,10	0,033	0,078
<b>06</b>	8,0	14,1	28,0	7,1	1,09	23,1	0,14	0,055	1,09	0,034	0,083
<b>07</b>	7,9	18,0	28,8	7,7	1,55	25,7	0,08	0,044	0,79	0,023	0,082
<b>08</b>	7,8	18,6	40,4	7,1	1,39	19,9	0,10	0,051	0,63	0,013	0,078
<b>09</b>	8,0	20,3	26,6	7,9	1,33	16,9	0,09	0,026	0,55	0,033	0,073
<b>10</b>	7,8	18,6	161,0	8,6	1,05	24,7	0,08	0,016	1,06	0,046	0,104
<b>11</b>	7,9	17,9	40,4	9,6	1,24	17,9	0,07	0,017	1,10	0,039	0,103
<b>12</b>	7,9	14,5	57,8	10,5	1,12	18,1	0,14	0,019	1,09	0,039	0,108
Середнє за рік	<b>7,9</b>	<b>15,0</b>	<b>67,3</b>	<b>9,3</b>	<b>1,62</b>	<b>18,8</b>	<b>0,15</b>	<b>0,031</b>	<b>1,22</b>	<b>0,036</b>	<b>0,098</b>
<b>2013</b>											

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
01	8,2	12	62	11,6	1,73	12,8	0,12	0,020	1,81	0,052	0,074
02	8,1	13	70	10,9	2,21	18,2	0,11	0,027	1,71	0,047	0,071
03	8,1	7,1	101	10,3	1,68	23,1	0,22	0,026	1,81	0,043	0,086
04	7,9	6,2	79	9,1	1,17	11,5	0,11	0,034	1,32	0,049	0,073
05	7,9	10	49	7,5	1,12	10,6	0,14	0,021	0,99	0,045	0,088
06	7,9	9,3	58	7,6	0,89	13,7	0,12	0,029	1,15	0,056	0,094
07	7,9	9,4	86	7,5	2,11	15,7	0,09	0,021	1,11	0,016	0,061
08	7,8	15	17	7,0	1,55	22,3	0,03	0,052	0,71	0,037	0,065
09	8,0	13	51	8,0	3,51	9,5	0,14	0,040	0,71	0,056	0,107
10	8,0	8,1	73	9,7	1,16	12,4	0,07	0,023	1,08	0,058	0,099
11	8,1	15	55	9,8	0,91	14,6	0,08	0,010	1,40	0,042	0,078
12	8,0	12	53	11,5	1,39	17,1	0,13	0,015	1,37	0,046	0,082
<b>Середнє за рік</b>	<b>8,00</b>	<b>10,8</b>	<b>62</b>	<b>9,2</b>	<b>1,65</b>	<b>15,1</b>	<b>0,11</b>	<b>0,027</b>	<b>1,26</b>	<b>0,045</b>	<b>0,082</b>
<b>2014</b>											
02	7,9	--	--	11,4	--	--	0,09	0,018	1,48	0,054	0,076

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
03	7,8	--	--	9,8	--	--	0,12	0,035	1,47	0,042	0,091
04	7,9	--	--	8,8	--	--	0,15	0,017	1,15	0,023	0,039
05	8,0	--	--	7,5	--	--	0,06	0,025	0,94	0,064	0,118
06	7,9	--	--	7,2	--	--	0,09	0,008	0,91	0,051	0,091
07	8,1	--	--	7,8	--	--	0,10	0,029	0,42	0,032	0,121
08	8,0	--	--	6,6	--	--	0,13	0,007	0,76	0,042	0,119
09	8,0	--	--	8,0	--	--	0,10	0,034	0,79	0,053	0,107
10	7,8	--	--	7,6	--	--	0,04	0,005	0,94	0,057	0,085
11	7,8	--	--	8,5	--	--	0,03	0,023	1,10	0,057	0,089
12	7,9	--	--	10,7	--	--	0,02	0,016	0,97	0,059	0,141
<b>Середнє за рік</b>	<b>7,9</b>	--	--	<b>8,9</b>	--	--	<b>0,08</b>	<b>0,021</b>	<b>1,03</b>	<b>0,050</b>	<b>0,097</b>
<b>2015</b>											
01	8,1	10	61	11,8	1,54	12,6	0,075	0,017	1,20	0,060	0,098
02	8,0	8	61	10,5	1,03	18,4	0,052	0,021	1,30	0,050	0,087
03	8,1	5	70	10,7	1,31	19,2	0,046	0,023	1,40	0,049	0,087
04	7,9	5	125	10,3	1,92	17,0	0,061	0,021	1,46	0,041	0,078

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
05	8,0	8	48	8,5	1,08	20,6	0,012	0,009	1,06	0,030	0,046
06	7,9	10	66	8,35	1,64	21,6	0,008	0,011	0,88	0,048	0,098
07	8,1	10	50	7,9	1,19	24,1	0,003	0,008	0,75	0,026	0,061
08	8,0	16	13	7,2	0,85	17,6	0,021	0,010	0,68	0,010	0,067
09	8,1	13	38	7,3	1,05	19,1	0,063	0,016	0,76	0,036	0,111
10	8,1	15	97	8,2	1,23	19,2	0,099	0,018	0,85	0,056	0,116
11	8,0	10	114	9,3	1,29	22,1	0,022	0,014	1,26	0,056	0,127
12	7,9	9	164	9,9	1,25	17,7	0,05	0,013	1,02	0,050	0,085
Середні за рік	8,0	10	76	9,2	1,28	19,1	0,042	0,015	1,05	0,043	0,089
<b>2016</b>											
Квітень	8,05	9,9	49,5	9,76	1,19	18,0	0,028	0,021	1,35	0,046	0,110
Травень	7,93	9,9	44,7	8,62	1,53	13,2	0,010	0,016	1,00	0,034	0,113
Червень	8,02	2,3	226,9	8,15	1,31	15,8	0,043	0,018	1,04	0,033	0,073
Липень	8,06	12,3	17,0	6,83	0,74	15,3	0,068	0,018	1,00	0,028	0,131
Серпень	7,92	11,9	16,9	7,21	0,95	19,4	0,068	0,017	1,02	0,035	0,114
Вересень	7,89	11,1	35,0	7,86	1,59	18,8	0,101	0,016	0,89	0,037	0,083
Жовтень	7,83	13,0	23,4	8,47	1,71	18,5	0,100	0,016	0,90	0,038	0,105

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
Листопад	7,93	7,6	43,8	9,68	1,51	20,6	0,081	0,016	1,13	0,050	0,112
Грудень	7,98	6,6	50,2	11,08	2,04	19,0	0,059	0,012	1,03	0,052	0,116
<i>Середні по ділянці</i>	7,96	9,4	56,4	8,63	1,4	17,6	0,062	0,017	1,04	0,039	0,106
<b>2017</b>											
Січень	7,99	16	4,3	12,50	2,22	18,51	0,093	0,022	1,25	0,048	0,111
Лютий	7,89	4	120,4	11,56	2,21	18,01	0,054	0,025	1,37	0,059	0,099
Березень	7,92	8	36,3	10,03	1,74	21,34	0,100	0,027	1,42	0,059	0,116
Квітень	7,89	5,1	63,5	11,24	2,04	18,0	0,050	0,021	1,07	0,040	0,103
Травень	7,84	11,7	41,7	9,43	1,57	21,1	0,100	0,015	0,98	0,045	0,115
Червень	7,92	8,6	27,3	8,04	1,25	18,6	0,091	0,016	1,08	0,038	0,096
Липень	7,85	10,9	20,6	7,86	1,69	19,6	0,060	0,024	0,91	0,033	0,127
Серпень	7,86	14,0	8,1	7,20	1,85	-	0,086	0,016	0,84	0,041	0,134
Вересень	7,88	15,6	19,6	7,78	2,27	-	0,068	0,015	1,03	0,023	0,141
Жовтень	7,97	8,6	43,1	8,73	2,11	-	0,068	0,010	1,04	0,046	0,112
Листопад	7,91	10,3	30,3	9,57	2,39	-	0,050	0,018	1,40	0,049	0,107
Грудень	7,95	5,1	133,4	10,53	2,30	-	0,090	0,020	1,21	0,046	0,123
<i>Середні по ділянці</i>	7,90	9,8	45,7	9,52	1,97	19,3	0,075	0,019	1,13	0,044	0,115



Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
<b>2018</b>											
Січень	7,96	8,00	24,43	12,00	2,51	0,00	0,11	0,02	1,29	0,04	0,10
Лютий	7,98	10,43	23,34	10,74	1,84	0,00	0,13	0,02	1,35	0,04	0,11
Березень	8,03	4,29	74,46	10,87	2,30	0,00	0,11	0,03	1,25	0,04	0,11
Квітень	7,96	3,57	100,30	9,73	3,53	0,00	0,14	0,02	1,10	0,05	0,12
Травень	7,91	10,43	65,37	8,54	2,32	0,00	0,09	0,02	1,17	0,04	0,13
Червень	8,13	10,86	29,93	8,37	1,73	0,00	0,07	0,01	1,15	0,04	0,09
Липень	8,06	0,86	139,84	7,04	2,03	0,00	0,18	0,04	1,17	0,04	0,10
Серпень	7,91	12,14	20,67	6,77	2,24	0,00	0,13	0,04	1,13	0,03	0,09
Вересень	7,97	11,14	37,25	7,60	1,11	0,00	0,11	0,02	0,91	0,03	0,09
Жовтень	7,87	12,29	14,60	8,55	2,21	0,00	0,09	0,02	1,04	0,04	0,11
Листопад	7,96	15,29	8,76	9,29	1,97	0,00	0,09	0,01	1,15	0,05	0,11
Грудень	7,90	16,71	11,59	11,14	1,98	0,00	0,07	0,02	1,15	0,05	0,14

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
<i>Середні по ділянці</i>	7,97	9,67	45,88	9,22	2,15	0,00	0,11	0,02	1,16	0,04	0,11
<b>2019</b>											
Січень	7,86	8,44	20,33	12,00	1,63	14,13	0,13	0,02	1,24	0,04	0,12
Лютий	7,94	8,43	48,44	11,29	2,29	20,30	0,10	0,03	1,25	0,03	0,10
Березень	7,88	14,00	19,41	10,68	2,36	21,69	0,09	0,03	1,33	0,04	0,11
Квітень	8,02	11,71	17,28	9,50	2,15	20,16	0,11	0,02	1,45	0,05	0,14
Травень	7,85	9,71	37,60	9,08	1,98	20,69	0,13	0,02	1,08	0,04	0,10
Червень	7,89	5,86	55,00	7,41	3,21	18,57	0,20	0,02	0,75	0,04	0,11
Липень	7,87	8,57	61,34	6,74	2,54	18,99	0,12	0,02	0,76	0,05	0,11
Серпень	7,98	15,71	22,31	7,36	2,15	18,57	0,14	0,02	0,75	0,03	0,10
Вересень	7,93	12,86	11,99	9,08	2,39	17,69	0,14	0,01	0,84	0,02	0,09
Жовтень	7,90	16,29	9,96	8,54	1,72	19,40	0,11	0,01	1,00	0,05	0,11
Листопад	7,91	18,86	12,59	9,24	1,34	16,00	0,12	0,01	1,16	0,04	0,09

Місяць,	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0\ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 \ 0,50	1,0 \ 0,024	10,2 \ 9,1	1,17 / 0,70	-
Грудень	7,84	11,29	30,43	9,72	2,45	16,04	0,09	0,02	1,10	0,04	0,11
<i>Середні по ділянці</i>	7,91	11,81	28,89	9,22	2,18	18,52	0,12	0,02	1,06	0,04	0,11
<b>Середньорічні (з рядків «середні по ділянці»)</b>											
2011	8,0	11,4	57,5	9,14	1,65	18,3	0,068	0,022	1,35	0,039	0,113
2012	7,9	15,0	67,3	9,3	1,62	18,8	0,15	0,031	1,22	0,036	0,098
2013	8,00	10,8	62	9,2	1,65	15,1	0,11	0,027	1,26	0,045	0,082
2014	7,9	--	--	8,9	--	--	0,08	0,021	1,03	0,050	0,097
2015	8,0	10	76	9,2	1,28	19,1	0,042	0,015	1,05	0,043	0,089
2016	7,96	9,4	56,4	8,63	1,4	17,6	0,062	0,017	1,04	0,039	0,106
2017	7,90	9,8	45,7	9,52	1,97	19,3	0,075	0,019	1,13	0,044	0,115
2018	7,97	9,67	45,88	9,22	2,15	0,00	0,11	0,02	1,16	0,04	0,11
2019	7,91	11,81	28,89	9,22	2,18	18,52	0,12	0,02	1,06	0,04	0,11
<b>Середні за 2011-2019 роки</b>	7,95	10,99	54,96	9,15	1,74	15,84	0,09	0,02	1,14	0,04	0,10

Таблиця 2 – Узагальнені результати досліджень гідрохімічних трофо-сапробних показників стану української частини р. Дунай у 2011 – 2019 роках в окремих створах

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	pH	Прозорість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
R01	р. Дунай 71 миля, вище м. Рені											
2011	Серед.	8,0	11	68	9,3	1,58	22,5	0,07	0,023	1,39	0,040	0,100
	мін.	7,8	3	26,3	6,36	0,83	15,5	0,02	0,015	0,8	0,022	0,01
	макс.	8,15	13	250	11,7	2,65	32,1	0,16	0,048	2,1	0,071	0,189
2012	Серед.	7,9	15,0	65,0	9,4	1,9	20,4	0,16	0,039	1,22	0,060	0,088
	мін.	7,6	7	0,9	7,2	1,2	12,1	0,06	0,01	0,63	0,011	0,045
	макс.	8,1	19,5	189	12	3,42	26,8	0,36	0,18	2,11	0,37	0,136
2013	Серед.	7,9	11	60	9,2	2,01	16,5	0,11	0,022	1,31	0,043	0,072
	мін.	7,5	6	14	6,4	1	9,48	0,05	0,012	0,68	0,014	0,044
	макс.	8,2	16	480	11,6	3,64	28,2	0,18	0,039	2,19	0,073	0,098

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинених кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН4-N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2014	Серед.	8,0	10	63	9,4	1,38	14,2	0,09	0,024	1,05	0,050	0,094
	мін.	7,75	2	23,5	7,28	0,8	11,5	0,03	0,014	0,41	0,034	0
	макс.	8,1	18	220	12,6	1,88	17,9	0,17	0,05	1,8	0,073	0,148
2015	Серед.	8,0	10	68	9,3	1,51	19,9	0,038	0,014	1,06	0,043	0,087
	мін.	7,8	5	11	7,1	0,92	12,8	0	0,005	0,69	0,005	0,038
	макс.	8,2	15	122	11,8	2,36	28,1	0,13	0,019	1,69	0,07	0,18
2016	Серед.	7,93	9,8	49,0	8,71	1,5	17,3	0,058	0,017	1,09	0,040	0,106
	мін.	7,80	3,00	8,75	6,69	1,01	13,00	0,02	0,01	0,82	0,03	0,07
	макс.	8,10	14,00	212,00	10,80	1,93	20,70	0,12	0,02	1,32	0,05	0,13
2017	Серед.	7,92	9,7	49,2	9,62	2,0	18,9	0,083	0,020	1,18	0,046	0,105
	мін.	7,75	3,00	7,75	7,07	1,25	15,40	0,04	0,01	0,89	0,03	0,08

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2018	макс.	8,05	15,00	178,00	12,70	2,88	22,10	0,12	0,03	1,31	0,08	0,13
	Серед.	7,96	9,83	30,88	9,49	2,33	0,00	0,13	0,02	1,17	0,04	0,10
	мін.	7,80	1,00	8,75	6,94	1,55	0,00	0,08	0,01	0,92	0,03	0,07
2019	макс.	8,10	16,00	73,50	12,30	3,80	0,00	0,25	0,03	1,51	0,06	0,12
	Серед.	7,89	12,73	28,37	8,91	2,17	18,37	0,11	0,02	1,03	0,04	0,10
	мін.	7,80	6,00	11,80	6,82	1,30	16,00	0,03	0,01	0,56	0,02	0,08
2011- 2019	макс.	8,05	18,00	61,50	10,80	3,06	21,90	0,17	0,04	1,57	0,05	0,14
	Серед.	7,94	11,03	53,62	9,23	1,82	16,45	0,09	0,02	1,16	0,04	0,09
	мін.	7,5	1	0,9	6,36	0,8	0	0	0,005	0,41	0,005	0
R03	макс.	8,2	19,5	480	12,7	3,8	32,1	0,36	0,18	2,19	0,37	0,189
	рук. Кілійський 115 км, нижче рук. Тульчинський											

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2011	Серед.	8,1	11,3	56,7	9,34	1,79	18,9	0,06	0,02	1,27	0,040	0,100
	мін.	7,85	9	17,3	5,9	0,61	11,6	0,02	0,012	0,39	0,013	0,045
	макс.	8,3	16,5	103	11,8	3,28	29,6	0,12	0,05	2,16	0,059	0,202
2012	Серед.	7.98	15,3	69,5	9,3	1,6	18,1	0,14	0,045	1,23	0,068	0,098
	мін.	7,8	7	16,9	7,2	0,8	12,2	0,06	0,015	0,63	0,008	0,061
	макс.	8,3	20,5	196	12,1	2,97	26,9	0,38	0,2	2,13	0,4	0,175
2013	Серед.	8,0	10	65	9,0	1,62	15,4	0,13	0,026	1,13	0,047	0,084
	мін.	7,6	6	15	7,3	0,53	9,48	0,04	0,01	0,51	0,015	0,058
	макс.	8,3	15	107	11,9	3,89	26	0,28	0,04	2	0,075	0,113
2014	Серед.	7,9	10	62	9,3	1,36	14,5	0,08	0,026	0,95	0,052	0,094
	мін.	7,7	2	20,8	6,32	0,34	10,2	0,02	0,013	0,41	0,029	0,058

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2015	макс.	8,1	16	192	12,9	2,19	18,7	0,15	0,052	1,8	0,081	0,145
	Серед.	8,0	9	152	9,1	1,14	17,1	0,035	0,015	1,05	0,040	0,079
	мін.	7,9	4	10	7,2	0,72	10,1	0	0,005	0,53	0,011	0,045
2016	макс.	8,2	15	321	11	2,12	22,6	0,1	0,025	1,62	0,056	0,106
	Серед.	7,98	9,6	41,8	8,68	1,5	17,2	0,070	0,017	1,10	0,042	0,113
	мін.	7,90	3,00	12,00	6,78	0,69	13,00	0,02	0,01	0,88	0,03	0,08
2017	макс.	8,10	13,00	126,00	11,50	2,54	19,60	0,12	0,02	1,48	0,05	0,17
	Серед.	7,93	9,4	42,2	9,49	1,8	19,6	0,081	0,021	1,11	0,046	0,126
	мін.	7,80	4,00	6,25	6,75	0,93	17,30	0,04	0,01	0,84	0,03	0,10
2017	макс.	8,00	15,00	144,00	12,40	2,57	21,70	0,12	0,03	1,34	0,07	0,21



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН4-N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2018	Серед.	7,95	9,38	34,23	9,24	2,17	0,00	0,13	0,02	1,10	0,04	0,11
	мін.	7,80	0,50	8,75	6,94	0,93	0,00	0,08	0,02	0,90	0,02	0,08
	макс.	8,20	17,00	77,80	11,70	3,80	0,00	0,30	0,03	1,38	0,06	0,15
2019	Серед.	7,92	12,27	30,15	8,77	2,15	17,65	0,10	0,02	1,04	0,04	0,11
	мін.	7,80	6,00	8,25	6,65	0,98	14,60	0,03	0,01	0,72	0,02	0,09
	макс.	8,05	19,00	77,30	11,10	2,88	20,60	0,20	0,03	1,45	0,05	0,13
2011- 2019	Серед.	7,98	10,71	61,61	9,11	1,68	15,38	0,09	0,02	1,11	0,05	0,10
	мін.	7,6	0,5	6,25	5,9	0,34	0	0	0,005	0,39	0,008	0,045
	макс.	8,3	20,5	321	12,9	3,89	29,6	0,38	0,2	2,16	0,4	0,21
R06	рук. Кілійський 89 км, 1 км нижче м. Ізмаїл											
2011	Серед.	8,0	15,7	50,4	8,6	1,96	18,0	0,07	0,020	1,41	0,040	0,120

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	мін.	7,6	9	15,1	6,71	1,21	11,6	0,02	0,013	0,69	0,017	0,059
	макс.	8,25	16,5	112	11,7	3,17	25,3	0,15	0,039	2,13	0,055	0,21
2012	Серед.	8,0	15,3	69,5	9,3	1,6	18,1	0,14	0,045	1,23	0,068	0,098
	мін.	7,8	7	5,8	7,3	0,71	11	0,06	0,02	0,04	0,009	0,059
	макс.	8,4	20,5	149	12,4	3,34	25,3	0,27	1,22	2,11	0,12	1,22
2013	Серед.	8,1	11	55	9,1	1,50	14,9	0,12	0,027	1,41	0,044	0,077
	мін.	7,8	6	12	5,9	0,56	5,42	0,01	0,006	0,75	0,007	0,037
	макс.	8,4	14	86	11,6	3,61	25,1	0,27	0,049	2,36	0,06	0,127
2014	Серед.	7,9	10	63	9,2	1,25	13,3	0,09	0,026	1,07	0,051	0,097
	мін.	7,8	6	18,5	6,56	0,78	10,5	0,03	0,01	0,52	0,036	0,059
	макс.	8,1	18	128	12,9	1,79	16,6	0,21	0,052	1,97	0,064	0,141

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинених кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2015	Серед.	8,0	9	89	9,2	1,37	19,3	0,035	0,014	0,96	0,042	0,087
	мін.	7,9	5	8	7,1	0,78	13,7	0	0,005	0,56	0,008	0,047
	макс.	8,1	15	303	12,6	2,15	23,5	0,07	0,024	1,27	0,062	0,13
2016	Серед.	7,98	9,3	51,4	8,58	1,4	17,7	0,064	0,016	1,07	0,038	0,105
	мін.	7,80	2,00	10,80	6,69	0,69	14,00	0,03	0,01	0,94	0,03	0,07
	макс.	8,10	13,00	172,00	11,50	2,54	21,70	0,12	0,02	1,33	0,05	0,15
2017	Серед.	7,90	10,0	36,8	9,47	1,9	19,6	0,080	0,021	1,12	0,046	0,121
	мін.	7,75	3,00	3,00	6,75	0,96	16,90	0,04	0,01	0,83	0,03	0,10
	макс.	8,00	16,00	97,20	12,40	2,54	23,10	0,13	0,04	1,60	0,06	0,16
2018	Серед.	8,04	9,54	38,19	9,06	1,89	0,00	0,11	0,02	1,17	0,04	0,11
	мін.	7,85	0,50	9,25	6,63	0,62	0,00	0,05	0,02	0,85	0,02	0,08
	макс.	8,90	17,00	107,00	12,30	3,17	0,00	0,16	0,03	1,39	0,06	0,18

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	pH	Прозорість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2019	Серед.	7,90	12,00	31,06	8,76	2,23	18,59	0,10	0,02	1,03	0,04	0,10
	мін.	7,75	5,00	5,50	6,82	1,30	16,00	0,05	0,01	0,69	0,02	0,07
	макс.	8,10	18,00	78,50	11,10	3,82	21,80	0,21	0,03	1,28	0,05	0,14
2011-2019	<b>Серед.</b>	7,98	11,33	53,93	9,00	1,67	15,5	0,09	0,02	1,16	0,05	0,10
	мін.	7,6	0,5	3	5,9	0,56	0	0	0,005	0,04	0,007	0,037
	макс.	8,9	20,5	303	12,9	3,82	25,3	0,27	1,22	2,36	0,12	1,22
<b>R07</b>	<b>рук. Кілійський 49 км, 4 км вище м. Кілія</b>											
2011	Серед.	8,0	16	56,2	9,05	1,63	18,1	0,08	0,023	1,31	0,040	0,110
	мін.	7,85	9	17	5,95	0,7	7,49	0,01	0,017	0,32	0,019	0,064
	макс.	8,35	18	107	11,6	3,33	32	0,21	0,035	2,18	0,087	0,19
2012	Серед.	8,0	15,1	74,9	9,3	1,5	19,2	0,14	0,032	1,08	0,035	0,097

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинених кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	мін.	7,7	7	23	6,5	0,45	14,1	0,06	0,015	0,49	0,017	0,048
	макс.	8,4	20	204	12,2	3,25	26,7	0,26	0,06	1,78	0,081	0,194
	Серед.	7,9	12	66	9,3	1,55	15,7	0,13	0,029	1,40	0,048	0,078
2013	мін.	7,8	7	17	6,9	0,52	8,67	0,02	0,011	0,59	0,017	0,054
	макс.	8,1	17	131	11,6	2,91	26,4	0,28	0,078	1,91	0,072	0,103
	Серед.	7,9	11	77	9,1	1,44	14,3	0,09	0,028	0,92	0,054	0,107
2014	мін.	7,7	6	10	6,32	1	10,2	0,03	0,009	0,52	0,033	0,073
	макс.	8,05	17	148	12,7	1,97	19,2	0,16	0,063	1,84	0,07	0,152
	Серед.	8,0	11	63	9,2	1,34	17,6	0,048	0,016	1,07	0,044	0,092
2015	мін.	7,8	5	16	7,2	0,46	11	0	0,007	0,75	0,011	0,041
	макс.	8,2	17	120	11,3	2,77	22,6	0,13	0,026	1,49	0,061	0,16
2016	Серед.	7,99	9,6	51,0	8,78	1,4	18,0	0,068	0,017	1,01	0,041	0,114



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинених кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2011	Серед.	8,0	11,5	57,5	9,03	1,54	15,4	0,071	0,024	1,36	0,040	0,108
	мін.	7,85	9	6,8	6,18	0,7	8,4	0,015	0,015	0,41	0,018	0,066
	макс.	8,5	18	219	11,5	2,84	26,8	0,2	0,048	2,18	0,073	0,192
2012	Серед.	8,0	14,8	66,1	9,5	1,7	19,1	0,15	0,033	1,11	0,037	0,106
	мін.	7,7	7	18,9	6,5	0,61	15,2	0,06	0,016	0,56	0,015	0,065
	макс.	8,5	19,5	144	12,1	3,17	26,7	0,32	0,059	2,14	0,074	0,178
2013	Серед.	8,0	11	62	9,3	1,71	15,2	0,11	0,029	1,22	0,043	0,079
	мін.	7,7	6	18	7,2	1,09	8,67	0,01	0,009	0,52	0,025	0,061
	макс.	8,2	16	101	12	3,06	23,7	0,22	0,078	1,9	0,063	0,109
2014	Серед.	7,9	9,8	76	9,2	1,41	13,1	0,10	0,027	0,86	0,051	0,101
	мін.	7,85	5	16,2	6,56	1,08	12,5	0,03	0,011	0,43	0,031	0,062
	макс.	8,05	18	140	13	1,93	17	0,2	0,061	1,79	0,065	0,142
2015	Серед.	8,0	10	63	9,1	1,17	18,7	0,058	0,015	1,18	0,042	0,086
	мін.	7,9	4	16	7,2	0,46	13,7	0	0,006	0,82	0,008	0,05
	макс.	8,2	16	120	11,8	1,99	24	0,2	0,027	1,95	0,055	0,128
2016	Серед.	7,97	9,1	71,6	8,62	1,3	18,0	0,062	0,017	1,00	0,041	0,115
	мін.	7,85	2,00	13,20	6,94	0,69	12,00	0,02	0,01	0,72	0,03	0,09
	макс.	8,15	13,00	320,00	10,80	2,22	21,20	0,12	0,03	1,31	0,06	0,15

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.											
2017	Серед.	7,91	9,4	44,7	9,46	2,0	19,9	0,070	0,019	1,15	0,046	0,115
	мін.	7,75	4,00	5,00	7,07	1,26	17,20	0,05	0,01	0,74	0,02	0,09
	макс.	8,10	17,00	120,00	12,70	2,57	22,50	0,10	0,03	1,80	0,07	0,13
2018	Серед.	7,94	9,17	42,55	9,19	2,12	0,00	0,09	0,02	1,15	0,04	0,11
	мін.	7,75	1,00	6,25	6,63	1,24	0,00	0,06	0,01	0,95	0,03	0,08
	макс.	8,10	16,00	130,00	11,70	3,80	0,00	0,13	0,04	1,26	0,05	0,17
2019	Серед.	7,90	11,82	27,54	9,05	2,23	19,68	0,13	0,02	1,09	0,04	0,10
	мін.	7,75	6,00	5,75	6,49	1,61	14,90	0,08	0,01	0,73	0,02	0,08
	макс.	8,10	19,00	51,50	11,40	3,37	22,80	0,21	0,03	1,58	0,05	0,13
2011- 2019	<b>Серед.</b>	7,96	10,75	57,03	9,14	1,68	15,45	0,09	0,02	1,12	0,04	0,10
	мін.	7,7	1	5	6,18	0,46	0	0	0,006	0,41	0,008	0,05
	макс.	8,5	19,5	320	13	3,8	26,8	0,32	0,078	2,18	0,074	0,192
<b>R09</b>	<b>рук. Кілійський 32 км, 13 км нижче м. Кілія</b>											
2011	Серед.	8,0	11,2	43,3	8,9	1,71	15,6	0,075	0,023	1,30	0,041	0,113
	мін.	7,85	9	11	5,5	0,75	9,88	0,03	0,015	0,49	0,018	0,062
	макс.	8,25	14	92,3	11,2	3,02	26,8	0,2	0,05	2,06	0,09	0,186
2012	Серед.	8,0	15,2	64,6	9,4	1,48	19,2	0,14	0,032	1,16	0,035	0,098



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинених кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	мін.	7,7	7	20,1	6,9	0,38	14,3	0,04	0,014	0,53	0,018	0,061
	макс.	8,3	20,5	128	12,2	2,95	28,5	0,36	0,059	2,23	0,065	0,18
	Серед.	8,0	11	58	9,3	1,87	15,0	0,12	0,030	1,02	0,043	0,083
2013	мін.	7,8	6	19	6,7	0,25	8,53	0,01	0,011	0,53	0,015	0,048
	макс.	8,2	16	110	12,2	4,14	31	0,22	0,088	1,7	0,07	0,131
	Серед.	7,9	10	75	9,2	1,23	14,2	0,09	0,027	1,00	0,051	0,100
2014	мін.	7,75	5	21,2	6,32	0,54	9,7	0,03	0,011	0,48	0,03	0,069
	макс.	8,1	17	150	12,7	1,68	18,8	0,21	0,065	1,78	0,07	0,151
	Серед.	8,0	10	62	9,0	1,18	19,3	0,051	0,016	1,09	0,042	0,090
2015	мін.	7,9	5	17	6,6	0,47	13,7	0	0,008	0,75	0,01	0,047
	макс.	8,2	16	103	11,6	2,77	27,8	0,13	0,027	1,65	0,058	0,122
	Серед.	7,97	9,1	63,3	8,68	1,4	17,6	0,058	0,017	1,03	0,042	0,106
2016	мін.	7,85	2,00	18,50	6,69	0,69	13,00	0,01	0,01	0,85	0,03	0,07
	макс.	8,15	13,00	312,00	11,20	1,91	21,70	0,12	0,03	1,28	0,06	0,12
	Серед.	7,93	9,8	52,4	9,42	2,0	19,2	0,075	0,017	1,17	0,043	0,114
2017	мін.	7,80	4,00	0,50	7,07	1,11	17,20	0,05	0,01	0,60	0,02	0,09
	макс.	8,10	18,00	206,00	12,10	2,54	21,90	0,10	0,03	2,27	0,07	0,14

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинених кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2018	Серед.	7,95	9,33	48,32	9,25	2,13	0,00	0,11	0,02	1,16	0,04	0,11
	мін.	7,80	1,00	6,75	6,94	0,93	0,00	0,06	0,01	0,98	0,03	0,08
	макс.	8,15	16,00	155,00	12,30	4,12	0,00	0,18	0,04	1,35	0,05	0,14
2019	Серед.	7,95	11,45	31,94	9,04	2,36	19,88	0,12	0,02	1,02	0,04	0,11
	мін.	7,80	5,00	8,75	7,14	0,98	14,90	0,08	0,01	0,53	0,03	0,08
	макс.	8,20	19,00	78,80	11,20	4,15	22,80	0,22	0,03	1,49	0,05	0,13
2011- 2019	<b>Серед.</b>	7,97	10,81	55,64	9,10	1,70	15,55	0,09	0,02	1,10	0,04	0,10
	мін.	7,7	1	0,5	5,5	0,25	0	0	0,008	0,48	0,01	0,047
	макс.	8,3	20,5	312	12,7	4,15	31	0,36	0,088	2,27	0,09	0,186
<b>R10</b>	<b>рук. Кілійський 21 км, 1 км вище м. Вилкове</b>											
2011	Серед.	8,0	17,7	45,4	9,2	1,72	16,3	0,07	0,021	1,38	0,039	0,124
	мін.	7,75	9	14	6,26	0,54	9,36	0,01	0,012	0,6	0,016	0,058
	макс.	8,23	17	117	11,7	3,41	26,1	0,2	0,041	2,18	0,069	0,19
2012	Серед.	8,0	14,9	68,7	9,3	1,56	18,3	0,14	0,034	1,23	0,038	0,104
	мін.	7,7	7	5,5	6,5	0,85	12,5	0,06	0,018	0,57	0,022	0,075

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	макс.	8,2	21	155	12,1	2,77	25,7	0,31	0,062	2,14	0,064	0,174
2013	Серед.	8,0	11	63	9,0	1,42	13,2	0,11	0,027	1,15	0,046	0,085
	мін.	7,8	7	17	7,1	0,47	6,5	0,01	0,012	0,65	0,018	0,049
	макс.	8,2	17	104	11,2	3,99	27,3	0,17	0,052	1,72	0,063	0,111
2014	Серед.	7,9	10	74	9,1	1,16	13,6	0,09	0,030	0,81	0,055	0,109
	мін.	7,7	5	28,8	6,32	0,24	10,2	0,03	0,005	0,54	0,026	0,065
	макс.	8,1	16	175	12,3	2,06	17,9	0,14	0,08	1,25	0,07	0,21
2015	Серед.	8,0	10	59	9,2	1,24	20,2	0,048	0,016	1,05	0,044	0,094
	мін.	7,9	6	16	6,9	0,47	14,6	0	0,006	0,73	0,01	0,052
	макс.	8,2	17	108	12,2	2,39	26,8	0,12	0,028	1,63	0,06	0,132
2016	Серед.	7,97	9,2	66,3	8,53	1,2	17,6	0,068	0,018	1,03	0,044	0,117
	мін.	7,85	2,00	10,80	6,69	0,46	13,00	0,01	0,01	0,81	0,03	0,07
	макс.	8,15	13,00	256,00	10,80	1,90	20,70	0,13	0,03	1,42	0,06	0,14



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	pH	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2011	Серед.											
	мін.											
	макс.											
2012	Серед.	7,9	--	--	9,0	--	--	0,14	0,031	1,25	0,034	0,102
	мін.	7,7	0	0	6,9	0	0	0,06	0,015	0,38	0,007	0,064
	макс.	8,2	0	0	11,3	0	0	0,29	0,075	2,26	0,054	0,165
2013	Серед.	7,9	--	--	9,3	--	--	0,09	0,029	1,29	0,045	0,090
	мін.	7,6	0	0	6,8	0	0	0,01	0,011	0,7	0,021	0,048
	макс.	8,2	0	0	12,1	0	0	0,19	0,072	1,83	0,074	0,161
2014	Серед.	7,9	--	--	8,9	--	--	0,08	0,021	1,03	0,050	0,097
	мін.	7,8	0	0	6,6	0	0	0,02	0,005	0,42	0,023	0,039
	макс.	8,1	0	0	12,6	0	0	0,15	0,035	1,48	0,065	0,141
2015	Серед.	8,0	--	--	8,9	--	--	0,043	0,014	1,17	0,042	0,091

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозорість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН4-N, мг/дм <sup>3</sup>	NO2-N, мг/дм <sup>3</sup>	NO3-N, мг/дм <sup>3</sup>	PO4-P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	мін.	7,8	0	0	6,6	0	0	0	0,005	0,75	0,009	0,029
	макс.	8,2	0	0	11,6	0	0	0,1	0,026	1,84	0,064	0,131
2016	Серед.	7,86	-	-	8,55	-	-	0,058	0,016	1,12	0,035	0,094
	мін.	7,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,31	0,01	0,03
	макс.	8,20	0,00	0,00	11,16	0,00	0,00	0,10	0,03	1,67	0,06	0,14
2017	Серед.	7,86	-	-	9,62	-	-	0,068	0,017	1,04	0,037	0,110
	мін.	7,80	0,00	0,00	7,96	0,00	0,00	0,02	0,01	0,82	0,01	0,05
	макс.	7,95	0,00	0,00	11,50	0,00	0,00	0,11	0,04	1,65	0,06	0,18
2018	Серед.	6,66	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	0,13	0,02	1,11	0,04	0,10
	мін.	7,80	0,00	0,00	6,63	0,00	0,00	0,07	0,01	0,92	0,02	0,07
	макс.	8,15	0,00	0,00	11,68	0,00	0,00	0,26	0,10	1,53	0,05	0,16
2019	Серед.	7,17	0,00	0,00	9,10	0,00	0,00	0,15	0,02	1,05	0,04	0,11
	мін.	7,80	0,00	0,00	6,82	0,00	0,00	0,10	0,01	0,71	0,03	0,08

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	макс.	8,05	0,00	0,00	11,40	0,00	0,00	0,28	0,04	1,51	0,05	0,15
2011- 2019	<b>Серед.</b>	6,87	0,00	0,00	8,05	0,00	0,00	0,08	0,02	1,01	0,04	0,09
	мін.	7	0	0	6,6	0	0	0	0,005	0,31	0,007	0,029
	макс.	8,2	0	0	12,6	0	0	0,29	0,1	2,26	0,074	0,18
R13/1	<b>рук. Бистрий 1 км</b>											
2011	Серед.	8,02	11,92	0,00	9,21	0,00	0,00	0,05	0,02	1,30	0,04	0,11
	мін.	7,75	9	0	6,99	0	0	0,04	0,011	0,85	0,019	0,051
	макс.	8,25	18	0	11,9	0	0	0,1	0,039	2,13	0,079	0,192
2012	Серед. мін. макс.	7,9	--	--	8,8	--	--	0,11	0,032	1,06	0,034	0,097
	мін.	7,5	0	0	6,9	0	0	0,04	0,014	0,3	0,007	0,056
	макс.	8,2	0	0	11,1	0	0	0,22	0,082	2,26	0,055	0,141
2013	Серед.	8,0	--	--	10,4	--	--	0,11	0,027	1,30	0,05	0,091
	мін.	7,6	0	0	6,1	0	0	0	0,011	0,66	0,022	0,055

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозорість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН4-N, мг/дм <sup>3</sup>	NO2-N, мг/дм <sup>3</sup>	NO3-N, мг/дм <sup>3</sup>	PO4-P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
	макс.	8,1	0	0	12,1	0	0	0,26	0,066	1,89	0,085	0,157
2014	Серед.	7,9	--	--	9,2	--	--	0,09	0,019	1,02	0,05	0,100
	мін.	7,8	0	0	6,8	0	0	0,02	0,005	0,42	0,019	0,035
	макс.	8,1	0	0	12,6	0	0	0,14	0,039	1,57	0,07	0,147
2015	Серед.	8,0	--	--	9,0	--	--	0,040	0,015	1,01	0,039	0,088
	мін.	7,8	0	0	6,4	0	0	0	0,005	0,56	0,008	0,027
	макс.	8,2	0	0	12	0	0	0,12	0,028	1,8	0,061	0,119
2016	Серед.	7,97	-	-	8,50	-	-	0,052	0,016	0,92	0,032	0,087
	мін.	7,80	0,00	0,00	6,69	0,00	0,00	0,02	0,01	0,51	0,01	0,01
	макс.	8,20	0,00	0,00	11,16	0,00	0,00	0,11	0,03	1,31	0,06	0,14
2017	Серед.	7,86	-	-	9,57	-	-	0,067	0,019	1,17	0,039	0,111
	мін.	7,80	0,00	0,00	8,30	0,00	0,00	0,02	0,01	0,78	0,01	0,05
	макс.	7,95	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00	0,11	0,03	1,70	0,06	0,17



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень, місяці вимірювань	рН	Прозо- рість, см	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	Розчинені кисень, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	БСК-5, мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	НН <sub>4</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор заг., мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	6,5 – 8,5	-	+0,25 / 25	4,0/ 6,0	2,26-4,5/ 3,0	15-30 / 50	2,0 / 0,50	1,0 / 0,024	10,2 / 9,1	1,17 / 0,70	-
2018	Серед.	6,65	0,00	0,00	9,12	0,00	0,00	0,12	0,02	1,04	0,04	0,11
	мін.	7,80	0,00	0,00	6,83	0,00	0,00	0,06	0,01	0,89	0,02	0,07
	макс.	8,15	0,00	0,00	11,99	0,00	0,00	0,26	0,07	1,56	0,06	0,14
2019	Серед.	7,17	0,00	0,00	9,04	0,00	0,00	0,15	0,02	1,04	0,04	0,11
	мін.	7,80	0,00	0,00	6,82	0,00	0,00	0,09	0,01	0,56	0,02	0,07
	макс.	8,00	0,00	0,00	11,10	0,00	0,00	0,27	0,03	1,38	0,06	0,16
2011- 2019	<b>Серед.</b>	6,89	0,00	0,00	8,15	0,00	0,00	0,08	0,02	0,95	0,04	0,09
	мін.	7,5	0	0	6,1	0	0	0	0,005	0,3	0,007	0,01
	макс.	8,25	18	0	12,6	0	0	0,27	0,082	2,26	0,085	0,192





**Таблиця 4 – Узагальнені середньорічні результати досліджень гідрохімічних сольових показників стану української частини р. Дунай**

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>R01</b>	<b>р. Дунай 71 миля, вище м. Рені</b>										
2011	Серед.	390	34,6	55,5	196	48,6	19,5	33,2	2,5	4,03	3,23
	мін.	355	30,3	45,9	186,5	44,2	15,7	23,3	0,96	3,5	3,08
	макс.	430	40	66,8	223	59,8	22,9	49,2	274	4,37	3,65
2012	Серед.	397	35	56	200	50,5	17,7	36,8	2,2	4,0	3,3
	мін.	377	27	52	195	40,2	14,1	26,2	0,97	3,2	3,2
	макс.	424	41	64	211	57,7	20,2	48,5	3,39	4,5	3,6
2013	Серед.	364	30,3	46,4	191	47,8	17,1	28,9	2,15	3,79	3,13
	мін.	335	23,5	38,6	164	35,8	13,9	20,8	1,29	3,05	2,69
	макс.	412	34,7	48,3	235	52,2	20,3	40,5	2,76	4,16	3,85
2014	Серед.	362	33,4	50,8	183	50,4	16,0	27,9	2,92	3,83	2,99
	мін.	310	20	38,4	164	42,4	12,3	18,2	1,27	3,16	2,69
	макс.	414	37,9	57,6	212	59	20,1	37,2	3,84	4,47	3,48
2015	Серед.	380	34,8	54,4	189	53,8	17,2	27,8	2,84	4,10	3,10
	мін.	333	26,4	43,2	162	43,2	14,1	13	1,4	3,32	2,66
	макс.	442	44,6	63,4	227	61,4	20,3	39,2	4,65	4,57	3,73
2016	Серед.	343	31,6	42,4	172,2	51,5	12,1	25,5	2,5	3,6	2,8
	мін.	0,00	26,60	39,00	159,00	41,60	9,61	18,20	1,81	3,22	2,61
	макс.	0,00	37,10	53,60	189,00	57,90	14,50	32,20	3,24	4,02	3,10
2017	Серед.	337	33,0	37,1	179,5	52,2	12,8	24,9	2,0	3,7	2,9
	мін.	0,00	27,30	28,20	159,00	36,80	10,60	16,00	1,01	2,87	2,61
	макс.	0,00	40,50	49,20	214,00	63,70	15,20	39,20	3,11	4,43	3,50
2018	Серед.	0,00	31,72	36,91	181,58	50,55	12,93	26,45	2,30	3,59	2,98

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	мін.	0,00	24,70	28,70	166,00	43,90	11,20	13,80	1,56	3,14	2,71
	макс.	0,00	38,60	49,80	200,00	56,90	16,10	36,50	3,76	4,13	3,27
	Серед.	0,00	34,00	28,87	176,58	52,26	14,09	17,20	2,06	3,77	2,90
2019	мін.	0,00	23,10	14,40	155,00	43,20	11,40	3,50	1,01	3,16	2,54
	макс.	0,00	46,60	43,20	204,00	61,80	16,40	30,50	2,61	4,44	3,35
	Серед.	286	33,2	45,4	185	50,8	15,5	27,6	2,39	3,82	3,04
2011-2019	мін.	0	20	14,4	155	35,8	9,61	3,5	0,96	2,87	2,54
	макс.	442	46,6	66,8	235	63,7	22,9	49,2	274	4,57	3,85
<b>R03</b>	<b>рук. Кілійський 115 км, нижче рук. Тульчинський</b>										
	Серед.	385	34,5	55,9	196	48,2	19,8	33,0	2,49	4,04	3,21
2011	мін.	341	30,3	45,9	185	42,8	16,7	27,5	0,99	3,5	3,04
	макс.	423	38,2	66,8	211	56,6	22	47,6	4,38	4,49	3,46
	Серед.	393	34	56	200	50,7	17,7	35,0	2,1	4,0	3,3
2012	мін.	379	27	52	194	40,6	14	22,8	0,93	3,2	3,2
	макс.	424	38	61	210	58,1	20,7	47,7	3,25	4,6	3,5
	Серед.	365	30,5	49,1	189	47,1	17,1	30,4	2,28	3,76	3,09
2013	мін.	330	23,5	47,1	161	35,8	12,4	18,5	1,33	3,08	2,64
	макс.	384	37,1	56,5	210	54	22,9	42,2	3,16	4,16	3,45
	Серед.	352	30,5	49,2	179	49,4	17,3	23,1	2,88	3,88	2,93
2014	мін.	301	20	38,4	152	40,8	14,1	15,2	1,19	3,2	2,49
	макс.	393	37,9	57,6	212	59,8	20,4	34	4,41	4,51	3,48
	Серед.	380	34,5	55,5	187	53,6	16,8	28,8	2,93	4,05	3,07
2015	мін.	329	23	40,8	164	40	13,9	13	1,47	3,28	2,69
	макс.	437	44,6	63,7	224	61,4	21,3	44,8	4,01	4,61	3,67
2016	Серед.	349	33,3	42,4	174,7	52,8	11,8	27,0	2,3	3,6	2,9

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	мін.	0,00	26,60	39,00	163,00	46,30	10,30	20,00	1,71	3,22	2,67
	макс.	0,00	37,30	48,80	192,00	58,60	14,40	33,50	3,01	4,02	3,16
2017	Серед.	336	33,1	37,5	179,8	51,7	13,0	25,3	2,0	3,6	2,9
	мін.	0,00	25,60	28,20	159,00	36,40	11,30	15,20	0,99	2,97	2,61
	макс.	0,00	40,50	48,80	214,00	64,50	15,20	47,50	2,91	4,47	3,50
2018	Серед.	0,00	31,42	37,24	180,33	50,34	13,05	25,88	2,42	3,59	2,96
	мін.	0,00	24,70	28,70	165,00	43,40	11,30	16,20	1,52	3,14	2,71
	макс.	0,00	39,00	51,40	199,00	56,40	15,40	37,30	3,61	4,05	3,26
2019	Серед.	0,00	34,32	29,26	177,08	52,02	13,78	18,81	2,12	3,73	2,90
	мін.	0,00	23,10	14,40	154,00	42,40	11,70	6,75	0,98	3,08	2,52
	макс.	0,00	46,60	43,20	203,00	61,40	15,90	33,00	3,05	4,38	3,32
2011-2019	Серед.	284	32,9	45,8	185	50,7	15,6	27,5	2,39	3,81	3,03
	мін.	0	20	14,4	152	35,8	10,3	6,75	0,93	2,97	2,49
	макс.	437	46,6	66,8	224	64,5	22,9	47,7	4,41	4,61	3,67
<b>R06</b>	<b>рук. Кілійський 89 км, 1 км нижче м. Ізмаїл</b>										
2011	Серед.	389	33,8	56,3	196	47,3	19,6	33,3	2,4	6,7	3,37
	мін.	371	30,9	45,1	187	42,8	16,7	27,1	0,98	3,6	3,06
	макс.	411	38,2	66,8	210	54	23,4	47,6	4,18	36,5	54,1
2012	Серед.	394	35	56	200	50,4	18,5	34,3	2,1	4,0	3,3
	мін.	375	27	52	190	40,6	15,5	18,8	1,19	3,3	3,1
	макс.	431	41	63	215	59,3	21,9	52,4	3,7	4,5	3,5
2013	Серед.	370	31,7	49,0	190	47,3	16,1	33,4	2,28	3,69	3,11
	мін.	328	26,6	43,4	161	37,9	12,8	15,5	1,35	2,98	2,64
	макс.	427	37,5	57,6	235	54,6	20,6	58,5	3,01	4,05	3,85
2014	Серед.	358	31,3	48,8	178	49,7	17,4	24,9	2,89	3,90	2,99

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	мін.	311	26,2	38,4	161	42,4	14	9,5	1,31	3,26	2,64
	макс.	390	40,5	57,6	209	57,4	22	32,5	4,01	4,67	3,42
2015	Серед.	381	34,5	55,1	189	53,1	17,6	28,1	2,95	4,10	3,10
	мін.	329	26,4	40,8	164	43,2	14,6	13,8	1,51	3,36	2,69
	макс.	435	44,6	66,6	226	61	21,3	39	3,89	4,72	3,7
2016	Серед.	349	33,3	43,6	173,8	52,5	12,3	26,7	2,4	3,6	2,8
	мін.	0,00	24,90	39,00	160,00	44,70	8,15	19,80	1,65	3,26	2,63
	макс.	0,00	39,00	54,70	189,00	60,90	15,20	33,20	3,29	4,10	3,10
2017	Серед.	336	32,0	38,7	178,8	51,5	12,9	25,2	2,1	3,6	2,9
	мін.	0,00	26,90	33,00	158,00	37,60	11,40	17,80	0,97	2,89	2,59
	макс.	0,00	40,50	49,20	220,00	64,50	16,20	40,00	2,79	4,55	3,60
2018	Серед.	0,00	31,72	35,88	178,83	50,99	12,89	24,38	2,33	3,60	2,93
	мін.	0,00	24,70	24,40	163,00	43,40	11,20	12,20	1,56	3,18	2,66
	макс.	0,00	38,60	50,60	195,00	59,60	15,60	36,30	3,57	4,05	3,19
2019	Серед.	0,00	33,42	30,05	176,50	51,95	13,61	18,45	2,03	3,72	2,89
	мін.	0,00	23,10	14,40	154,00	44,80	8,51	1,25	1,07	3,08	2,52
	макс.	0,00	44,80	43,20	206,00	61,40	17,20	34,00	2,45	4,48	3,37
2011-2019	Серед.	286	33,0	45,9	185	50,5	15,7	27,6	2,39	4,10	3,04
	мін.	0	23,1	14,4	154	37,6	8,15	1,25	0,97	2,89	2,52
	макс.	435	44,8	66,8	235	64,5	23,4	58,5	4,18	36,5	54,1
<b>R07</b>	<b>рук. Кілійський 49 км, 4 км вище м. Кілія</b>										
2011	Серед.	379	34,2	57,9	193	48,3	19,2	33,9	2,24	4,00	3,17
	мін.	350	27,4	45,9	185	42,4	14	20	0,54	3,51	3,04
	макс.	412	38,2	66,8	214	56,6	24,6	45,8	4,27	4,41	3,51
2012	Серед.	395	34	55	201	50,9	16,8	37,0	2,0	3,9	3,3

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	мін.	378	27	50	193	42,6	10,4	17,8	0,96	3,2	3,2
	макс.	424	41	66	206	56,9	21,2	55,5	3,43	4,6	3,6
	Серед.	367	30,8	48,3	189	48,6	15,3	32,3	2,30	3,68	3,10
2013	мін.	322	24	38,6	166	40,1	12	23	0,84	3,08	2,72
	макс.	411	40,9	56,5	223	56,8	19,1	54,5	3,46	4,08	3,65
	Серед.	358	30,1	50,8	181	49,5	17,1	25,1	2,85	3,88	2,97
2014	мін.	307	20	38,4	161	41,6	12,8	14	1,68	3,28	2,64
	макс.	408	37,1	57,6	209	59	21	33,8	4,03	4,55	3,43
	Серед.	377	34,8	55,2	186	52,9	18,1	26,6	2,89	4,13	3,05
2015	мін.	335	26,4	40,8	162	41,6	15,2	13,2	1,47	3,48	2,65
	макс.	443	43,1	66,6	224	59,8	21,4	36,8	4,18	4,72	3,67
	Серед.	349	32,3	45,2	172,6	53,2	11,1	27,9	2,4	3,6	2,8
2016	мін.	0,00	26,30	39,00	160,00	43,90	8,15	11,80	1,39	3,17	2,62
	макс.	0,00	40,50	59,60	202,00	62,60	13,50	38,80	3,24	3,91	3,30
	Серед.	335	32,0	40,4	178,1	51,5	12,8	26,0	2,1	3,6	2,9
2017	мін.	0,00	25,60	28,20	155,00	38,00	11,20	15,50	1,04	2,91	2,54
	макс.	0,00	40,50	53,60	217,00	64,50	15,40	39,50	3,29	4,43	3,55
	Серед.	0,00	32,15	35,88	179,08	51,13	12,57	25,26	2,35	3,59	2,94
2018	мін.	0,00	26,40	28,70	162,00	42,40	9,73	14,50	1,42	3,18	2,66
	макс.	0,00	39,00	40,70	195,00	56,80	15,80	31,30	3,18	4,13	3,20
	Серед.	0,00	33,71	31,68	176,83	51,69	13,78	19,94	2,05	3,71	2,90
2019	мін.	0,00	23,10	14,40	158,00	41,20	11,70	8,00	1,14	3,12	2,60
	макс.	0,00	43,00	49,00	204,00	59,90	16,30	37,50	3,02	4,33	3,34
	Серед.	284	32,7	46,7	184	50,9	15,2	28,2	2,35	3,79	3,01
<b>2011-2019</b>	мін.	0	20	14,4	155	38	8,15	8	0,54	2,91	2,54
	макс.	443	43,1	66,8	224	64,5	24,6	55,5	4,27	4,72	3,67



Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>R08</b>	<b>рук. Кілійський 39 км, 6 км нижче м. Кілія</b>										
2011	Серед.	388	34,5	58,4	196	48,9	19,4	34,2	2,4	4,0	3,2
	мін.	363	26,9	48,6	185	42,1	15,3	23	0,67	3,6	3,04
	макс.	438	40,8	66,8	217	57,8	22,4	49,5	4,52	4,5	3,55
2012	Серед.	396	36	55	200	50,7	16,8	38,0	2,1	3,9	3,3
	мін.	380	30	51	183	41,7	9,7	21,7	1	3,1	3
	макс.	438	43	66	210	59,1	21	53,5	3,49	4,5	3,6
2013	Серед.	370	31,4	49,8	190	48,2	16,4	31,9	2,44	3,75	3,11
	мін.	323	23,5	38,6	161	38,6	12,8	23	1,35	3,08	2,64
	макс.	415	40,5	57,6	223	56,1	22	48,2	3,11	4,04	3,65
2014	Серед.	357	31,3	50,8	179	50,4	16,6	26,6	2,92	3,88	2,94
	мін.	320	23,4	38,4	161	42,4	13,9	8,75	1,35	3,28	2,64
	макс.	400	40,5	57,6	203	59,8	20,6	34,8	3,76	4,59	3,33
2015	Серед.	376	34,2	54,4	188	53,3	17,6	26,1	2,70	4,11	3,08
	мін.	337	26,4	40,8	164	44	14,6	15,2	1,53	3,4	2,69
	макс.	436	41,2	66,6	224	60,2	21,9	38,8	3,51	4,66	3,68
2016	Серед.	345	32,9	41,4	173,3	53,1	11,3	26,4	2,3	3,6	2,8
	мін.	0,00	24,90	39,00	146,00	43,90	8,39	13,50	1,65	3,15	2,40
	макс.	0,00	40,50	49,70	202,00	61,00	14,50	32,00	2,99	3,98	3,31
2017	Серед.	334	32,3	37,9	178,8	51,3	13,0	25,1	2,1	3,6	2,9
	мін.	0,00	25,60	28,20	156,00	38,80	10,70	16,80	1,03	2,91	2,56
	макс.	0,00	40,50	53,60	217,00	65,30	15,70	42,00	3,18	4,55	3,55
2018	Серед.	0,00	32,15	35,98	180,25	50,82	12,60	25,99	2,32	3,57	2,95
	мін.	0,00	26,40	29,20	163,00	43,20	10,30	18,80	1,66	3,14	2,66
	макс.	0,00	39,00	46,90	193,00	58,30	15,20	36,50	3,39	4,03	3,16

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2019	Серед.	0,00	32,79	28,47	176,17	51,12	13,72	18,23	1,91	3,68	2,89
	мін.	0,00	21,30	19,20	154,00	42,00	11,20	5,75	1,12	3,04	2,52
	макс.	0,00	46,60	39,20	200,00	59,90	15,60	31,30	2,41	4,17	3,27
2011-2019	Серед.	285	33,1	45,8	185	50,9	15,3	28,1	2,35	3,79	3,02
	мін.	0	21,3	19,2	146	38,6	8,39	5,75	0,67	2,91	2,4
	макс.	438	46,6	66,8	224	65,3	22,4	53,5	4,52	4,66	3,68
<b>R09</b>	<b>рук. Кілійський 32 км, 13 км нижче м. Кілія</b>										
2011	Серед.	379	38,7	58,4	193	46,2	19,8	33,4	2,4	4,02	3,15
	мін.	336	26,9	48,6	180	44	12,4	24,4	0,87	3,5	2,96
	макс.	400	42,5	64,3	212,5	58,6	22,7	46,3	4,55	4,45	3,5
2012	Серед.	400	35	57	200	51,4	16,4	39,1	2,1	3,9	3,3
	мін.	378	30	52	193	42,1	10,7	24,4	0,88	3	3,2
	макс.	435	41	66	214	58,9	20,2	66,5	3,01	4,6	3,6
2013	Серед.	367	31,7	50,0	187	48,5	16,0	31,5	2,28	3,74	3,07
	мін.	327	20,1	38,6	158	38,6	12,5	17,2	1,16	3,08	2,59
	макс.	407	40,5	65,9	210	56,1	19	47,8	3,19	4,04	3,45
2014	Серед.	361	31,8	50,0	182	50,5	16,4	26,7	2,85	3,86	2,98
	мін.	320	26,2	38,4	164	43,2	11,8	13,2	1,46	3,24	2,69
	макс.	406	40,5	57,6	209	58,2	19,3	39,2	3,96	4,47	3,42
2015	Серед.	379	34,8	54,3	189	53,4	17,2	28,3	2,72	4,08	3,10
	мін.	340	23	38,4	167	44,8	13,6	16,2	1,45	3,36	2,74
	макс.	419	43,1	66,6	218	61,8	21,8	45	4,05	4,64	3,57
2016	Серед.	352	33,8	41,8	176,7	53,6	11,0	28,4	2,4	3,6	2,9
	мін.	0,00	26,60	34,10	164,00	45,50	9,12	23,50	1,81	3,18	2,69
	макс.	0,00	42,20	59,60	202,00	62,00	14,00	33,20	3,21	3,91	3,30

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2017	Серед.	333	32,6	36,3	178,8	51,7	12,7	24,6	2,2	3,6	2,9
	мін.	0,00	25,60	28,20	153,00	38,00	10,30	14,50	1,06	2,95	2,51
	макс.	0,00	42,20	48,80	210,00	63,70	15,20	39,80	3,44	4,43	3,45
2018	Серед.	0,00	31,72	35,98	179,67	51,02	12,72	25,00	2,36	3,59	2,96
	мін.	0,00	24,60	24,40	165,00	43,20	10,70	13,00	1,82	3,16	2,71
	макс.	0,00	39,00	51,40	195,00	59,10	15,30	36,00	3,14	4,05	3,20
2019	Серед.	0,00	33,10	29,27	175,58	51,63	13,90	17,58	1,99	3,72	2,88
	мін.	0,00	23,10	19,20	155,00	42,80	10,70	6,00	1,18	3,08	2,55
	макс.	0,00	44,80	48,00	200,00	60,20	15,90	34,50	2,92	4,32	3,27
2011-2019	Серед.	286	33,7	45,9	185	50,9	15,1	28,3	2,37	3,79	3,03
	мін.	0	20,1	19,2	153	38	9,12	6	0,87	2,95	2,51
	макс.	435	44,8	66,6	218	63,7	22,7	66,5	4,55	4,64	3,6
<b>R10</b>	<b>рук. Кілійський 21 км, 1 км вище м. Вилкове</b>										
2011	Серед.	390	35,2	59,1	195	48,7	19,1	35,6	2,44	4,0	3,2
	мін.	371	30,3	53,1	185	44,7	13,9	23,2	0,68	3,6	3,04
	макс.	403	39	66,8	211	55,8	21,7	45	5,31	4,53	3,46
2012	Серед.	398	35	56	199	50,5	16,7	38,7	2,2	3,9	3,3
	мін.	374	27	52	191	41,8	12	23,4	0,99	3,2	3,1
	макс.	428	41	64	213	57,4	20,7	54,9	3,36	4,5	3,6
2013	Серед.	376	32,8	51,4	190	48,6	15,4	35,4	2,29	3,69	3,11
	мін.	337	26,9	43,4	163	40,8	10,2	23	1,24	3,22	2,67
	макс.	423	40,9	56,8	223	56,8	18,2	54,8	3,09	4,01	3,65
2014	Серед.	359	32,2	49,2	181	50,0	16,3	26,7	2,87	3,83	2,97
	мін.	320	23,4	38,4	164	44	10,7	8,5	1,38	3,08	2,69
	макс.	393	40,5	57,6	206	60,6	22,9	41,2	3,91	4,55	3,38

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2015	Серед.	378	34,9	54,5	188	53,1	17,6	27,6	2,72	4,10	3,08
	мін.	339	26,4	38,4	165	43,6	14,3	15,2	1,15	3,44	2,69
	макс.	424	42,2	66,6	223	61	21,9	40,7	3,65	4,64	3,66
2016	Серед.	352	33,4	43,5	175,1	52,7	11,4	28,9	2,4	3,6	2,9
	мін.	0,00	26,90	34,10	161,00	46,30	8,76	24,80	1,76	3,18	2,64
	макс.	0,00	40,50	59,60	205,00	59,60	13,50	37,50	2,89	4,02	3,36
2017	Серед.	334	33,5	37,1	178,3	51,4	12,7	25,7	2,2	3,6	2,9
	мін.	0,00	27,30	28,20	150,00	38,80	11,40	18,80	1,11	2,99	2,47
	макс.	0,00	40,50	42,40	192,00	59,40	15,20	35,20	3,67	4,05	3,15
2018	Серед.	0,00	32,47	36,61	178,75	50,42	12,81	26,05	2,36	3,57	2,93
	мін.	0,00	24,70	28,70	162,00	43,20	10,70	17,20	1,86	3,14	2,66
	макс.	0,00	39,00	50,20	196,00	57,50	15,60	36,50	3,48	4,09	3,21
2019	Серед.	0,00	32,80	29,67	175,83	51,98	13,51	17,92	2,01	3,70	2,89
	мін.	0,00	23,10	19,20	159,00	44,80	8,76	8,00	1,30	3,12	2,60
	макс.	0,00	43,00	43,20	198,00	60,80	17,90	29,50	2,71	4,24	3,25
2011-2019	Серед.	287	33,6	46,3	185	50,8	15,1	29,2	2,39	3,78	3,03
	мін.	0	23,1	19,2	150	38,8	8,76	8	0,68	2,99	2,47
	макс.	428	43	66,8	223	61	22,9	54,9	5,31	4,64	3,66
<b>R13/9</b>	<b>рук. Бистрий 9,5 км</b>										
2011	Серед.										
	мін.										
	макс.										
2012	Серед.	397	35	57	199	50,2	16,5	38,6	2,1	3,9	3,3
	мін.	372	28	52	194	41,7	11,4	22,8	0,71	3,1	3,2
	макс.	424	42	67	207	57,7	21,2	64,8	3,7	4,6	3,4

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2013	Серед.	371	31,1	49,9	190	49,9	16,1	30,6	2,28	3,82	3,12
	мін.	336	26,6	47,1	161	37,4	12	16	1,11	3,08	2,64
	макс.	409	38,2	56,8	223	56,8	20,4	50,8	3,18	4,13	3,65
2014	Серед.	356	31,6	52,0	177	51,2	16,6	20,1	2,88	3,91	2,88
	мін.	323	20	47,3	161	40	12,3	18,8	1,06	3,24	2,64
	макс.	398	40,5	57,6	200	60,6	19,8	36	3,67	4,47	3,27
2015	Серед.	388	36,5	56,7	190	54,1	16,9	30,8	3,20	4,09	3,11
	мін.	343	26,4	40,8	165	43,9	13,9	18,2	1,78	3,48	2,71
	макс.	427	45,5	66,6	227	64,5	21,9	44,5	4,35	4,66	3,73
2016	Серед.	347	31,0	41,9	177,0	52,6	12,4	25,1	2,3	3,6	2,9
	мін.	0,00	26,60	34,10	161,00	46,30	9,85	18,20	1,29	3,19	2,64
	макс.	0,00	35,40	53,60	202,00	59,60	16,70	34,80	3,14	4,03	3,30
2017	Серед.	332	31,2	35,6	177,1	50,7	12,6	23,9	2,2	3,6	2,9
	мін.	0,00	25,60	29,20	147,00	38,80	10,20	19,50	1,12	2,95	2,42
	макс.	0,00	38,80	42,40	204,00	62,60	15,30	33,80	3,35	4,38	3,34
2018	Серед.	0,00	33,18	35,31	179,50	51,17	12,62	25,72	2,33	3,59	2,94
	мін.	0,00	24,60	24,40	166,00	41,20	9,85	14,50	1,65	3,20	2,73
	макс.	0,00	45,60	43,00	198,00	59,10	17,00	31,00	3,36	4,21	3,25
2019	Серед.	0,00	33,55	28,84	179,25	53,72	13,57	17,30	1,90	3,80	2,94
	мін.	0,00	26,70	14,40	154,00	42,00	11,20	6,50	1,09	3,28	2,52
	макс.	0,00	41,00	38,42	203,00	62,90	16,10	26,50	2,71	4,33	3,33
2011-2019	Серед.	274	32,9	44,7	184	51,7	14,7	26,5	2,40	3,79	3,01
	мін.	0	20	14,4	147	37,4	9,85	6,5	0,71	2,95	2,42
	макс.	427	45,6	67	227	64,5	21,9	64,8	4,35	4,66	3,73
<b>R13/1</b>	<b>рук. Бистрий 1 км</b>										
2011	Серед.	397	36,2	58,8	184	47,0	37,9	37,0	2,40	4,0	3,2

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	мін.	374	30,6	53,1	187	45	11,1	29,5	0,69	3,4	3
	макс.	1617	531	317	218	68,3	43,2	437	4,19	7	3,57
	Серед.	415	43	59	200	50,8	16,8	44,8	2,0	4,0	3,3
2012	мін.	386	31	52	193	40,2	13,1	28	0,72	3,4	3,2
	макс.	515	91	68	207	59,2	19,7	92,8	3,92	4,5	3,4
	Серед.	372	32,3	50,2	190	48,2	16,4	32,7	2,30	3,75	3,10
2013	мін.	336	24,3	45,4	164	38,3	13,3	19,9	1,19	3,14	2,69
	макс.	405	39,1	52,9	219	54,4	19,4	48,7	3,04	4,09	3,59
	Серед.	362	32,5	53,6	179	51,3	16,9	25,3	2,86	3,93	2,93
2014	мін.	325	23,4	47,3	161	44,8	10,2	18,5	1,23	3,08	2,64
	макс.	413	43,9	57,6	209	58,9	22	45	4,11	4,67	3,43
	Серед.	391	36,2	55,1	190	57,3	17,3	26,2	3,11	4,25	3,12
2015	мін.	347	26,4	40,8	170	44,7	15,7	16,5	1,67	3,73	2,79
	макс.	1109	366	203	216	63	38,4	278	4,08	5,76	3,55
	Серед.	350	31,7	41,4	178,4	55,0	11,2	25,5	2,3	3,7	2,9
2016	мін.	0,00	26,60	39,00	162,00	44,70	9,12	19,80	1,81	3,15	2,65
	макс.	0,00	37,10	48,00	205,00	60,90	13,50	30,80	3,25	4,07	3,36
	Серед.	361	44,0	39,5	176,8	50,9	13,4	33,0	2,1	3,6	2,9
2017	мін.	0,00	27,30	29,20	147,00	36,40	10,50	15,80	1,10	3,16	2,42
	макс.	0,00	157,00	65,90	204,00	62,60	19,60	114,00	3,59	4,21	3,34
	Серед.	0,00	64,53	42,68	181,17	52,03	14,75	39,73	2,40	3,81	2,98
2018	мін.	0,00	22,90	24,40	164,00	44,00	9,73	14,80	1,72	3,12	2,71
	макс.	0,00	271,00	81,20	196,00	60,00	32,20	130,00	3,41	5,42	3,22
	Серед.	0,00	73,02	38,09	181,67	53,53	15,93	45,36	2,04	3,98	2,98
2019	мін.	0,00	24,90	19,20	152,00	45,20	10,90	6,00	1,15	3,44	2,49
	макс.	0,00	378,00	135,00	206,00	63,30	37,00	258,00	2,81	5,50	3,38
<b>2011-</b>	Серед.	294	43,7	48,7	185	51,8	17,8	34,4	2,39	3,89	3,05

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
2019	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	мін.	0	22,9	19,2	147	36,4	9,12	6	0,69	3,08	2,42
	макс.	1617	531	317	219	68,3	43,2	437	4,19	7	3,59

**Таблиця 5 – Узагальнені середньомісячні результати досліджень гідрохімічних сольових показників стану української частини р. Дунай**

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>2011</b>										
01	381	30,6	55,8	191	47,8	17,5	33,7	4,05	3,83	3,12
02	391	33,3	58,1	196	51,6	20,6	27,4	4,21	4,26	3,21
03	383	38,2	53,1	188	46,1	19,2	34,8	3,91	3,88	3,08
04	393	35,7	56,0	196	50,0	18,6	34,1	2,7	4,02	3,21
05	394	37,3	58,1	193	48,6	18,2	37,5	0,87	3,92	3,16
06	406	36,5	53,0	202	49,6	15,6	42,1	7,31	3,75	3,31
07	394	35,7	53,2	198	44,1	16,7	44,7	1,44	3,6	3,2

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
08	368	30,9	52,3	188	46,9	18,6	29,9	0,93	3,4	3,1
09	382	30,96	62,0	190	46,3	22,1	28,7	2,02	4,1	3,1
10*	389	32,6	59,7	194	48,4	21,2	30,4	2,32	4,2	3,2
11	397	34,7	62,5	196	51,2	21,8	28,5	2,79	4,35	3,21
12*	416	58,9	71,0	210	58,1	20,4	49,6	2,67	4,58	3,45
<b>Середнє за рік</b>	<b>391</b>	<b>36,8</b>	<b>57,9</b>	<b>195</b>	<b>49,1</b>	<b>19,2</b>	<b>35,1</b>	<b>2,94</b>	<b>3,99</b>	<b>3,20</b>
<b>2012</b>										
<b>01</b>	393	37	60	194	58,9	19,4	23,3	2,38	4,5	3,2
<b>02</b>	430	40	61	212	56,7	18,8	38,4	3,02	4,4	3,5
<b>03</b>	415	38	60	206	55,8	19,3	32,8	3,38	4,4	3,4
<b>04</b>	403	40	59	198	56,5	19,4	29,0	2,23	4,4	3,2
<b>05</b>	404	37	58	202	53,8	19,7	31,2	2,72	4,3	3,3
<b>06</b>	402	39	55	197	46,2	14,6	49,0	1,76	3,5	3,2
<b>07</b>	384	29	55	197	49,2	14,2	39,4	1,69	3,6	3,2
<b>08</b>	396	36	55	197	41,7	15,2	51,5	1,06	3,3	3,2
<b>09</b>	385	33	52	196	43,3	15,5	44,8	1,03	3,4	3,2
<b>10*</b>	400	33	54	204	49,3	15,5	44,5	2,14	3,7	3,5
<b>11</b>	384	32	53	200	52,0	18,3	29,4	1,71	4,1	3,3





Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>01</b>	398	34,1	52,2	207	58,4	20,0	22,6	2,67	4,55	3,39
<b>02</b>	384	39,5	48,3	195	58,4	19,0	21,2	2,79	4,47	3,21
<b>03</b>	370	36,3	55,6	180	54,2	18,7	22,4	2,94	4,24	2,95
<b>04</b>	378	36,6	52,5	190	51,6	18,9	26,9	1,59	4,13	3,11
<b>05</b>	345	34,6	47,6	168	47,9	14,6	28,5	3,48	3,58	2,76
<b>06</b>	325	28,0	47,3	162	43,2	13,9	27,9	3,04	3,30	2,65
<b>07</b>	315	27,2	39,5	165	44,1	14,1	23,5	1,53	3,36	2,70
<b>08</b>	343	33,3	48,7	166	42,3	13,8	35,6	2,81	3,25	2,72
<b>09</b>	347	29,0	53,2	171	48,2	15,3	26,6	3,56	3,65	2,80
<b>10</b>	349	22,3	55,1	178	49,6	15,3	25	3,85	3,72	2,91
<b>11</b>	382	27,2	53,7	200	50,9	17,5	29,6	3,30	3,98	3,27
<b>12</b>	349	28,4	48,2	183	53,4	19,5	13,4	3,28	4,27	3,00
<b>Середнє за рік</b>	<b>357</b>	<b>31,5</b>	<b>50,3</b>	<b>180</b>	<b>50,2</b>	<b>16,7</b>	<b>25,3</b>	<b>2,89</b>	<b>3,88</b>	<b>2,96</b>
<b>2015</b>										
01	393	33,6	57,6	195	60,7	19,5	17,9	3,71	4,63	3,20
02	408	31,9	58,2	207	56,3	15,6	35,4	3,43	4,09	3,40
03	431	41,3	52,7	223	57,6	21,4	32,2	3,12	4,63	3,66

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
04	418	36,9	53,4	214	60,7	16,2	33,0	3,64	4,35	3,52
05	367	33,0	49,5	189	57,0	18,0	18,5	2,40	4,32	3,10
06	355	25,4	64,4	171	50,3	17,4	23,0	2,83	3,95	2,81
07	357	30,7	63,4	169	51,0	18,3	23,0	1,93	4,03	2,76
08	388	34,4	58,1	191	46,7	17,5	38,9	1,46	3,76	3,13
09	358	35,8	54,4	170	42,9	15,0	37,9	2,24	3,38	2,78
10	382	40,1	60,4	177	47,4	16,9	38,2	2,24	3,82	2,90
11	336	33,9	45,2	167	55,8	15,5	14,5	3,62	4,06	2,73
12	371	42,5	40,6	188	54,8	17,7	23,4	3,43	4,19	3,08
Середні за рік	380	35,0	54,8	188	53,4	17,4	28,0	2,84	4,10	3,09
<b>2016</b>										
Квітень	344	32,1	43,4	170	56,3	11,4	21,2	3,12	3,75	2,79
Травень	357	36,5	50,8	169	57,4	12,1	25,1	1,73	3,86	2,77
Червень	347	33,9	41,4	173	54,8	10,7	26,3	1,97	3,61	2,84
Липень	322	26,6	41,4	163	48,8	9,6	26,3	2,57	3,22	2,67
Серпень	328	30,9	38,5	166	44,8	12,4	28,5	2,65	3,25	2,72
Вересень	336	31,4	39,0	170	49,3	11,1	28,1	2,54	3,37	2,79
Жовтень	348	34,3	40,1	177	50,8	13,5	26,5	2,01	3,64	2,90

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
Листопад	393	38,8	45,0	198	59,2	12,8	31,7	2,44	4,01	3,24
Грудень	361	28,8	43,9	187	55,8	11,0	27,5	2,28	3,69	3,07
<i>Середні по ділянці</i>	348	32,6	42,6	175	53,0	11,6	26,8	2,37	3,60	2,87
<b>2017</b>										
Січень	-	39,3	51,6	216	64,4	15,2	31,1	2,33	4,47	3,53
Лютий	-	39,9	44,8	193	60,6	12,5	29,1	2,73	4,05	3,16
Березень	-	28,6	41,6	167	52,3	11,2	21,9	3,26	3,53	2,74
Квітень	375	36,7	41,9	192	57,2	14,5	25,0	2,51	4,05	3,15
Травень	345	28,2	31,9	190	53,4	12,0	22,9	2,11	3,65	3,11
Червень	344	30,5	36,7	182	54,6	12,1	21,6	1,94	3,73	2,98
Липень	316	35,2	37,2	154	45,2	12,2	26,0	1,50	3,26	2,53
Серпень	337	32,2	38,2	171	37,8	13,0	38,9	1,97	2,96	2,80
Вересень	328	41,9	35,0	158	40,4	14,3	32,8	1,05	3,19	2,59
Жовтень	297	26,5	30,3	158	46,2	12,0	17,2	1,54	3,29	2,60
Листопад	347	33,2	36,3	180	52,2	13,0	24,3	2,27	3,67	2,95
Грудень	351	33,0	31,4	189	55,8	12,7	21,3	2,23	3,83	3,09
<i>Середні по ділянці</i>	338	33,7	37,8	178	51,4	12,9	26,0	2,12	3,62	2,92

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>2018</b>										
Січень	0,00	26,00	27,07	182,33	54,32	11,80	15,11	2,27	3,68	2,99
Лютий	0,00	28,00	37,53	178,89	56,19	11,80	18,30	3,31	3,77	2,93
Березень	0,00	38,20	33,27	191,22	57,51	13,48	23,19	3,26	3,98	3,14
Квітень	0,00	32,20	34,33	184,33	54,78	11,88	23,41	2,81	3,71	3,02
Травень	0,00	26,60	47,36	193,89	51,17	12,89	32,68	2,81	3,61	3,18
Червень	0,00	24,88	38,24	173,89	46,31	11,20	27,90	2,17	3,24	2,85
Липень	0,00	37,00	35,93	168,44	45,22	11,21	34,61	2,21	3,18	2,77
Серпень	0,00	30,20	31,34	172,56	46,47	11,91	26,04	1,71	3,30	2,83
Вересень	0,00	32,59	32,94	164,56	43,76	12,56	27,30	1,73	3,21	2,69
Жовтень	0,00	49,23	44,58	170,00	46,09	15,10	39,21	1,92	3,54	2,79
Листопад	0,00	64,41	42,47	183,33	52,84	16,53	33,21	2,08	4,00	3,00
Грудень	0,00	38,76	38,20	195,44	56,62	15,57	24,97	1,94	4,10	3,20
<i>Середні по ділянці</i>	0,00	35,67	36,94	179,91	50,94	12,99	27,16	2,35	3,61	2,95

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>2019</b>										
Січень	0,00	35,51	36,27	201,78	60,82	15,20	19,39	2,68	4,29	3,31
Лютий	0,00	43,78	29,33	192,00	60,11	14,02	20,97	2,24	4,15	3,15
Березень	0,00	38,10	29,82	187,56	60,82	15,19	12,28	2,23	4,28	3,07
Квітень	0,00	29,70	25,60	170,33	53,49	12,73	11,27	2,08	3,71	2,79
Травень	0,00	31,10	21,33	175,56	50,44	13,11	15,10	2,06	3,60	2,88
Червень	0,00	23,70	22,40	165,44	49,46	11,99	9,68	2,47	3,46	2,71
Липень	0,00	26,50	22,93	162,11	48,18	13,93	8,38	1,80	3,55	2,66
Серпень	0,00	39,49	18,67	155,00	43,79	11,79	21,73	1,12	3,17	2,54
Вересень	0,00	73,23	51,27	163,89	44,67	15,33	57,20	1,73	3,49	2,69
Жовтень	0,00	36,20	40,00	169,44	47,78	14,18	27,24	1,89	3,55	2,78
Листопад	0,00	37,23	31,47	187,44	51,60	15,26	23,74	2,01	3,83	3,07
Грудень	0,00	39,73	36,48	196,78	55,37	15,11	27,41	1,86	4,00	3,23
<i>Середні по ділянці</i>	0,00	37,86	30,46	177,28	52,21	13,99	21,20	2,01	3,76	2,91

Місяць	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Cl, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na+K, мг/дм <sup>3</sup>	Si, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>Середньорічні</b> (з рядків «середні по ділянці»)										
2011	391	36,8	57,9	195	49,1	19,2	35,1	2,94	3,99	3,20
2012	399	36	56	200	51,0	17,1	37,7	2,1	3,9	3,3
2013	372	32,3	50,2	190	48,2	16,4	32,7	2,30	3,75	3,10
2014	357	31,5	50,3	180	50,2	16,7	25,3	2,89	3,88	2,96
2015	380	35,0	54,8	188	53,4	17,4	28,0	2,84	4,10	3,09
2016	348	32,6	42,6	175	53,0	11,6	26,8	2,37	3,60	2,87
2017	<b>338</b>	33,7	37,8	178	51,4	12,9	26,0	2,12	3,62	2,92
2018	0,00	35,67	36,94	180	50,94	12,99	27,16	2,35	3,61	2,95
2019	0,00	37,86	30,46	177	52,21	13,99	21,20	2,01	3,76	2,91
<b>Середні за 2011-2019 роки</b>	287	34,6	46,33	185	51,05	15,36	28,9	2,44	3,80	3,03

**Таблиця 6 – Узагальнені середньорічні результати досліджень гідрохімічні специфічних показників токсичної дії в українській частині р. Дунай**

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
<b>R01</b>	<b>р. Дунай 71 миля, вище м. Рені</b>							
2011	Серед.	0,005	0,015	0,001	0,31	0,013	0,003	0,010
	мін.	<0,005	0,01	0,001	0,17	0,003	0,0005	0,002
	макс.	0,015	0,04	0,0025	0,5	0,023	0,006	0,033
2012	Серед.	0,005	0,01	0,002	0,41	0,029	0,011	0,016
	мін.	0,005	0,01	0,0005	0,14	0,002	0,004	0,003
	макс.	0,005	0,01	0,003	1,1	0,089	0,028	0,035
2013	Серед.	< 0,01	0,01	0,001	0,516	0,0095	0,035	0,022
	мін.	0	0,01	0,001	0,25	0,0019	0,0196	0,0077
	макс.	0	0,02	0,002	0,89	0,0536	0,0901	0,0776
2014	Серед.	не вияв.	< 0,01	0,001	0,59	0,0059	0,013	0,0115
	мін.	0,01	0,01	0	0,13	0,0016	0,005	0,0082
	макс.	0,01	0,05	0,002	1,73	0,0101	0,027	0,016
2015	Серед.	0,003	0,012	0,0018	0,42	0,008	40,6	0,012
	мін.	0	0,01	0,001	0,08	0,002	0,014	0,005
	макс.	0,02	0,03	0,003	1,22	0,02	0,175	0,025
2016	Серед.	0	0,01	0,002	0,22	0,0875	0,0267	0,0179
	мін.	0	0,01	0,001	0,06	0,0024	0,0086	0,0058
	макс.	0	0,01	0,003	0,37	0,0291	0,0804	0,0473
2017	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,18	0,007	0,026	0,013
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,05	0,005	0,009	0,006



Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
	макс.	0,00	0,06	0,003	0,44	0,014	0,052	0,029
2018	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,15	0,007	0,014	0,007
	мін.	0,00	0,00	0,001	0,04	0,003	0,004	0,004
	макс.	0,00	0,03	0,004	0,42	0,014	0,021	0,013
2019	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,11	0,005	0,012	0,007
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,02	0,003	0,006	0,004
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,25	0,009	0,023	0,011
2011-2019	Серед.	0,001	0,013	0,002	0,32	0,019	0,016	0,013
	мін.	0	0	0	0,02	0,0016	0,0005	0,002
	макс.	0,02	0,06	0,004	1,73	0,089	0,175	0,0776
<b>R03</b>	<b>рук. Кілійський 115 км, нижче рук. Тульчинський</b>							
2011	Серед.	<0,005	0,02	0,001	0,23	0,013	0,005	0,006
	мін.	0,005	0,01	0,001	0,23	0,013	0,003	0,005
	макс.	0,01	0,06	0,002	0,32	0,017	0,005	0,006
2012	Серед.	0,009	0,01	0,002	0,25	0,003	0,012	0,007
	мін.	0,005	0,005	0,001	0,21	0,003	0,007	0,005
	макс.	0,01	0,02	0,004	0,28	0,003	0,018	0,008
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,0005	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,02	0,003	0	0	0	0
2014	Серед.	< 0,001	< 0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,04	0,003	0	0	0	0
2015	Серед.	0,002	0,012	0,0013	--	--	0,0168	--
	мін.	0	0,01	0	0	0	0,0168	0

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
	макс.	0	0,03	0,003	0	0	0,0168	0
2016	Серед.	0	0,01	0,001	0	0	0	0
	мін.	0	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0	0,02	0,002	0	0	0	0
2017	Серед.	<i>не вияв.</i>	0,0100	0,0013	-	-	-	-
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,01	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,02	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,01	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
2011-2019	Серед.	0,006	0,012	0,001	0,10	0,001	0,006	0,003
	мін.	0	0,005	0	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,06	0,004	0,32	0,017	0,018	0,008
<b>R06</b>	<b>рук. Кілійський 89 км, 1 км нижче м. Ізмаїл</b>							
2011	Серед.	<0,005	0,02	0,0015	0,40	0,009	0,003	0,013
	мін.	0,005	0,01	0,001	0,23	0,003	0,003	0,004
	макс.	0,01	0,06	0,002	0,64	0,02	0,004	0,024
2012	Серед.	0,015	0,01	0,002	0,36	0,003	0,008	0,009
	мін.	0,01	0,005	0,001	0,16	0,001	0,005	0,002
	макс.	0,02	0,02	0,004	0,86	0,004	0,011	0,021
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,002	0,55	0,0097	0,034	0,02
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,28	0,002	0,0085	0,0018

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
	макс.	0,01	0,02	0,003	1,14	0,0569	0,0737	0,0795
2014	Серед.	< 0,001	0,01	0,0015	0,84	0,0043	0,025	0,017
	мін.	0	0,01	0,002	0,35	0,0016	0,005	0,0088
	макс.	0	0,05	0,004	2,04	0,0076	0,057	0,0347
2015	Серед.	0,002	0,013	0,0012	0,59	0,009	0,031	0,015
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,13	0,002	0,002	0,003
	макс.	0,01	0,03	0,003	1,11	0,014	0,06	0,043
2016	Серед.	0	0,01	0,002	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0	0,02	0,003	0	0	0	0
2017	Серед.	0,01	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,00	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,02	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,01	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2011-2019	Серед.	0,006	0,013	0,002	0,30	0,004	0,011	0,008
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,06	0,004	2,04	0,0569	0,0737	0,0795
<b>R07</b>	<b>рук. Кілійський 49 км, 4 км вище м. Кілія</b>							
2011	Серед.	<0,005	0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	<0,005	0,01	0,001	0	0	0	0

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
	макс.	0,02	0,04	0,002	0	0	0	0
2012	Серед.	0,01	0,01	0,002	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,02	0,003	0	0	0	0
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,002	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,02	0,002	0	0	0	0
2014	Серед.	< 0,001	0,02	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,04	0,003	0	0	0	0
2015	Серед.	0,003	0,01	0,0011	--	--	--	--
	мін.	0,01	0	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,03	0,003	0	0	0	0
2016	Серед.	0,015	0,01	0,0015	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,03	0,02	0,004	0	0	0	0
2017	Серед.	0,01	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,03	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,02	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,04	0,04	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,005	0,00	0,00	0,00	0,00

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
2011-2019	Серед.	0,010	0,015	0,002	0,00	0,000	0,000	0,000
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,04	0,04	0,005	0	0	0	0
<b>R08</b>	<b>рук. Кілійський 39 км, 6 км нижче м. Кілія</b>							
2011	Серед.	0,005	0,012	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,005	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,06	0,0025	0	0	0	0
2012	Серед.	<0,01	0,007	0,002	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,002	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,01	0,005	0	0	0	0
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	<0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,0005	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,01	0,002	0	0	0	0
2014	Серед.	< 0,001	< 0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,02	0,002	0	0	0	0
2015	Серед.	<i>не вияв.</i>	<i>0,011</i>	<i>0,0013</i>	--	--	--	--
	мін.	0	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0	0,03	0,002	0	0	0	0
2016	Серед.	0	0,01	0,002	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0	0,02	0,003	0	0	0	0
2017	Серед.	0,00	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
2018	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
2011-2019	Серед.	0,001	0,013	0,002	0,00	0,000	0,000	0,000
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,06	0,005	0	0	0	0
<b>R09</b>	<b>рук. Кілійський 32 км, 13 км нижче м. Кілія</b>							
2011	Серед.	<0,005	0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	<0,005	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,025	0,003	0	0	0	0
2012	Серед.	0,015	0,016	0,002	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,03	0,004	0	0	0	0
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,01	0,003	0	0	0	0
2014	Серед.	не вияв	< 0,01	0,001	--	--	--	--
	мін.	0	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0	0,01	0,003	0	0	0	0
2015	Серед.	не вияв.	0,01	0,0009	--	--	--	--
	мін.	0	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0	0,03	0,002	0	0	0	0

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
2016	Серед.	0	0,01	0,002	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0	0,01	0,004	0	0	0	0
2017	Серед.	0,01	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,04	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2011-2019	Серед.	0,005	0,014	0,002	0,00	0,000	0,000	0,000
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,04	0,004	0	0	0	0
<b>R10</b>	<b>рук. Кілійський 21 км, 1 км вище м. Вилкове</b>							
2011	Серед.	<0,005	0,011	0,001	0,23	0,011	0,004	0,006
	мін.	0,005	0,01	0,001	0,13	0,003	0,002	0,0024
	макс.	0,01	0,04	0,003	0,49	0,028	0,009	0,011
2012	Серед.	<0,01	0,015	0,002	0,34	0,003	0,009	0,014
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,2	0,002	0,004	0,004
	макс.	0,01	0,02	0,006	0,52	0,006	0,019	0,028
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,0015	0,64	0,011	0,044	0,035
	мін.	0,02	0,01	0,001	0,23	0,0011	0,021	0,0105
	макс.	0,04	0,03	0,002	1,1	0,0529	0,1008	0,089

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
2014	Серед.	не вияв	< 0,001	0,001	0,47	0,0041	0,012	0,013
	мін.	0	0,01	0,001	0,22	0,0018	0,002	0,0069
	макс.	0	0,02	0,002	1,23	0,0059	0,042	0,0206
2015	Серед.	< 0,001	0,011	0,0013	0,56	0,008	0,033	0,011
	мін.	0,005	0	0,0005	0,17	0,002	0,01	0,003
	макс.	0,005	0,025	0,002	1,23	0,018	0,112	0,023
2016	Серед.	0,01	0,01	0,002	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,03	0,003	0	0	0	0
2017	Серед.	0,00	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,00	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,00	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,02	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,04	0,03	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00
2011-2019	Серед.	0,008	0,014	0,002	0,25	0,004	0,011	0,009
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,04	0,04	0,006	1,23	0,0529	0,112	0,089
<b>R13/9</b>	<b>рук. Бистрий 9,5 км</b>							
2011	Серед.	-	-	-	-	-	-	-
	мін.							
	макс.							



Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
2012	Серед.	0,005	0,005	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,02	0,003	0	0	0	0
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,0015	--	--	--	--
	мін.	0,01	0	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,01	0,002	0	0	0	0
2014	Серед.	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,001</b>	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,02	0,003	0	0	0	0
2015	Серед.	<i>0,003</i>	<i>0,016</i>	<i>0,0008</i>	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,04	0,002	0	0	0	0
2016	Серед.	0	0,01	0,001	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0	0,02	0,002	0	0	0	0
2017	Серед.	0,02	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,04	0,03	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,02	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,01	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,04	0,02	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,03	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,04	0,03	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2011-2019</b>	Серед.	0,013	0,010	0,001	0,00	0,000	0,000	0,000
	мін.	0	0	0	0	0	0	0

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
	макс.	0,04	0,04	0,004	0	0	0	0
<b>R13/1</b>	<b>рук. Бистрий 1 км</b>							
2011	Серед.	0,005	0,01	<0,001	--	--	--	--
	мін.	0,005	0,01	0,002	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,03	0,003	0	0	0	0
2012	Серед.	0,005	0,005	0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,01	0,002	0	0	0	0
2013	Серед.	< 0,01	< 0,01	0,0015	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,02	0,002	0	0	0	0
2014	Серед.	< 0,01	< 0,01	< 0,001	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,02	0,003	0	0	0	0
2015	Серед.	0,001	0,017	0,0005	--	--	--	--
	мін.	0,01	0,01	0,001	0	0	0	0
	макс.	0,01	0,03	0,003	0	0	0	0
2016	Серед.	0,01	0,01	0,0005	0	0	0	0
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,02	0,02	0,001	0	0	0	0
2017	Серед.	0,01	0,02	0,0007	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,02	0,03	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	Серед.	0,02	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,01	0,01	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00

Код ПС	Опис місця розташування ПС	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
	ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
	макс.	0,04	0,02	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	Серед.	0,01	0,02	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
	мін.	0,00	0,01	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	макс.	0,01	0,03	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
2011-2019	Серед.	0,009	0,013	0,001	0,00	0,000	0,000	0,000
	мін.	0	0	0	0	0	0	0
	макс.	0,04	0,03	0,003	0	0	0	0

**Таблиця 7 – Узагальнені середньомісячні результати досліджень гідрохімічних специфічних показників токсичної дії в українській частині р. Дунай**

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0,1 / 0,01	1,0 / 0,01
<b>2011</b>							
01	<0,005	0,01	0,001	0,29	0,017	0,0027	0,006
02	<0,005	0,01	0,001	0,31	0,005	0,007	0,007
03	0,01	0,02	0,001	0,48	0,013	0,005	0,009
04	<0,005	0,01	0,001	0,37	0,022	0,003	0,009

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
05	0,01	0,01	0,0015	0,31	0,005	0,003	0,030
06	0,01	0,01	0,002	--	--	--	--
07	0,004	0,03	0,001	0,19	0,007	0,003	0,006
08	<0,01	0,02	0,001	0,175	0,012	0,0035	0,0065
09	0,01	0,01	0,001	--	--	--	--
10	<0,005	0,01	0,001	0,37	0,015	0,003	0,018
11	<0,005	0,01	0,0015	0,34	0,003	0,004	0,004
12	<0,01	0,01	0,001	--	--	--	--
<b>Середнє за рік</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,001</b>	<b>0,32</b>	<b>0,011</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,011</b>
<b>2012</b>							
01	<0,01	<0,01	0,001	0,23	0,003	0,007	0,004
02	<0,01	0,000	0,001	0,69	0,003	0,009	0,017
03	<0,01	0,010	0,001	0,24	0,004	0,017	0,014
04	<0,01	0,010	0,002	0,31	0,002	0,007	0,005
05	0,002	<0,01	0,002	0,26	0,003	0,004	0,005
06	<0,01	<0,01	0,002	0,24	0,004	0,012	0,004
07	<0,01	<0,01	0,004	0,28	0,049	0,009	0,024
08	<0,01	<0,01	0,002	0,17	0,055	0,008	0,028

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
09	<0,01	<0,01	0,001	0,49	0,046	0,006	0,025
10	<0,01	<0,01	0,001	0,71	0,060	0,028	0,035
11	<0,01	<0,01	0,001	0,64	0,089	0,009	0,033
12	<0,01	<0,01	0,001	0,24	0,004	0,012	0,004
<b>Середнє за рік</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,002</b>	<b>0,37</b>	<b>0,015</b>	<b>0,010</b>	<b>0,013</b>
<b>2013</b>							
01	не вияв.	< 0,01	0,001	0,75	0,0549	0,031	0,082
02	не вияв.	0,01	0,001	0,42	0,0028	0,020	0,023
03	0,01	0,01	0,002	0,33	0,0043	0,039	0,014
04	0,01	0,01	0,001	0,97	0,0037	0,040	0,018
05	< 0,01	не вияв.	< 0,001	0,5	0,0034	0,045	0,016
06	< 0,01	< 0,01	0,001	--	--	--	--
07	< 0,01	< 0,01	0,002	0,47	0,0032	0,033	0,012
08	не вияв.	0,01	0,002	0,32	0,0077	0,030	0,010
09	не вияв.	0,02	0,002	--	--	--	--
10	< 0,01	0,01	0,001	0,56	0,0094	0,034	0,017
11	не вияв.	< 0,01	< 0,001	0,61	0,0072	0,026	0,015

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
12	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,8	0,0068	0,078	0,019
<b>Середнє за рік</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,001</b>	<b>0,57</b>	<b>0,0054</b>	<b>0,037</b>	<b>0,023</b>
<b>2014</b>							
<b>01</b>	не вияв.	< 0,01	<0,001	0,46	0,0053	0,026	0,0098
<b>02</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,73	0,0054	0,030	0,0127
<b>03</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,99	0,0042	0,035	0,0098
<b>04</b>	< 0,01	< 0,01	0,001	0,74	0,0037	0,008	0,0136
<b>05</b>	не вияв.	< 0,01	0,001	0,55	0,0042	0,016	0,0184
<b>06</b>	< 0,01	0,01	0,001	0,49	0,0042	0,008	0,0149
<b>07</b>	не вияв.	0,01	0,002	0,22	0,0040	0,005	0,0111
<b>08</b>	< 0,01	< 0,01	0,001	0,25	0,0040	0,007	0,0148
<b>09</b>	< 0,01	< 0,01	0,002	0,68	0,0062	0,008	0,0166
<b>10</b>	не вияв.	< 0,01	< 0,001	0,67	0,0051	0,015	0,0168
<b>11</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,69	0,0019	0,028	0,0125
<b>12</b>	не вияв.	0,03	< 0,001	--	--	--	--
<b>Середнє за рік</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,001</b>	<b>0,60</b>	<b>0,0044</b>	<b>0,017</b>	<b>0,014</b>
<b>2015</b>							

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
01	0,018	0,015	0,0015	0,81	0,002	0,020	0,005
02	0,001	0,024	0,0006	0,61	0,012	0,028	0,022
03	0,002	0,013	0,0009	0,73	0,006	0,035	0,008
04	0,010	0,001	0,0009	0,40	0,008	0,023	0,006
05	0,000	0,005	0,0008	0,72	0,010	0,030	0,020
06	0,002	0,002	0,0002	0,85	0,011	0,038	0,016
07	0,002	0,007	0,0014	0,43	0,008	0,034	0,014
08	0,008	0,013	0,0017	0,18	0,010	0,014	0,009
09	0,010	0,015	0,0015	0,21	0,004	0,008	0,006
10	0,000	0,013	0,0020	0,27	0,008	0,081	0,013
11	0,000	0,009	0,0012	0,62	0,011	0,083	0,017
12	0,008	0,03	0,0014	0,50	0,006	0,029	0,009
<i>Середні за рік</i>	<i>0,005</i>	<i>0,011</i>	<i>0,0012</i>	<i>0,53</i>	<i>0,008</i>	<i>0,034</i>	<i>0,012</i>
<b>2016</b>							
Квітень	0,0011	0,0056	0,0016	0,32	0,0074	0,028	0,015
Травень	0,0022	0,0044	0,0010	0,28	0,0064	0,020	0,023
Червень	<i>не вияв.</i>	<i>не вияв.</i>	0,0010	0,20	0,0050	0,018	0,007
Липень	<i>не вияв.</i>	0,0133	0,0018	0,15	0,0124	0,018	0,021

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
Серпень	<i>не вияв.</i>	0,0144	0,0022	0,48	0,0206	0,068	0,042
Вересень	<i>не вияв.</i>	0,0078	0,0007	0,68	0,0113	0,060	0,013
Жовтень	0,0011	0,0078	0,0008	0,27	0,0058	0,026	0,009
Листопад	0,0056	0,0011	0,0007	0,07	0,0036	0,010	0,008
Грудень	0,0000	0,0089	0,0011	-	-	-	-
<i>Середні по ділянці</i>	0,0011	0,0070	0,0012	0,31	0,0091	0,031	0,017
<b>2017</b>							
Січень	0,004	0,006	0,0014	0,27	0,0120	0,0198	0,0212
Лютий	<i>не вияв.</i>	0,009	0,0008	0,23	0,0111	0,0365	0,0234
Березень	<i>не вияв.</i>	0,011	0,0008	0,30	0,0079	0,0230	0,0152
Квітень	<i>не вияв.</i>	0,0156	0,0007	0,17	0,0061	0,031	0,010
Травень	<i>не вияв.</i>	0,0089	0,0010	0,25	0,0065	0,033	0,007
Червень	<i>не вияв.</i>	0,0122	0,0009	0,10	0,0077	0,029	0,009
Липень	0,0011	0,0111	0,0012	0,17	0,0077	0,032	0,015
Серпень	0,0022	0,0122	0,0021	-	-	-	-
Вересень	0,0011	0,0233	0,0009	0,06	0,0071	0,009	0,009
Жовтень	0,0044	0,0033	0,0012	0,06	0,0064	0,007	0,004
Листопад	<i>не вияв.</i>	0,0267	0,0006	0,13	0,0063	0,016	0,009



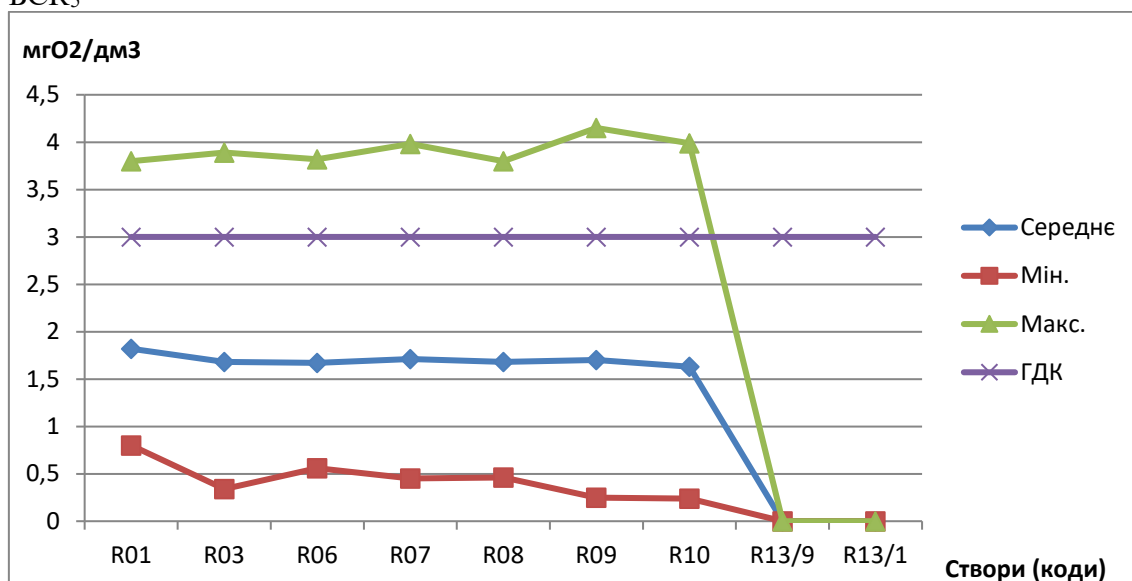
Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
Грудень	<i>не вияв.</i>	0,0133	0,0009	0,24	0,0050	0,028	0,009
<i>Середні по ділянці</i>	<i>0,0011</i>	<i>0,0129</i>	<i>0,0010</i>	<i>0,18</i>	<i>0,0076</i>	<i>0,024</i>	<i>0,012</i>
<b>2018</b>							
Січень	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Лютий	0,03	0,02	0,00	0,11	0,01	0,02	0,01
Березень	0,03	0,01	0,00	0,15	0,01	0,01	0,00
Квітень	0,00	0,02	0,00	0,42	0,00	0,02	0,01
Травень	0,00	0,02	0,00	0,06	0,01	0,02	0,01
Червень	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Липень	0,00	0,02	0,00	0,26	0,01	0,02	0,01
Серпень	0,03	0,00	0,00	0,08	0,01	0,02	0,01
Вересень	0,01	0,01	0,00	0,10	0,00	0,01	0,00
Жовтень	0,03	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00

Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
Листопад	0,01	0,02	0,00	0,15	0,01	0,01	0,01
Грудень	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Середні по ділянці	0,02	0,02	0,00	0,12	0,01	0,01	0,01
<b>2019</b>							
Січень	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Лютий	0,00	0,01	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00
Березень	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01
Квітень	0,00	0,02	0,00	0,06	0,01	0,01	0,01
Травень	0,00	0,02	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00
Червень	0,00	0,02	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00
Липень	0,04	0,01	0,00	0,18	0,00	0,01	0,01
Серпень	0,04	0,02	0,00	0,25	0,01	0,02	0,01
Вересень	0,00	0,01	0,00	0,15	0,01	0,02	0,01

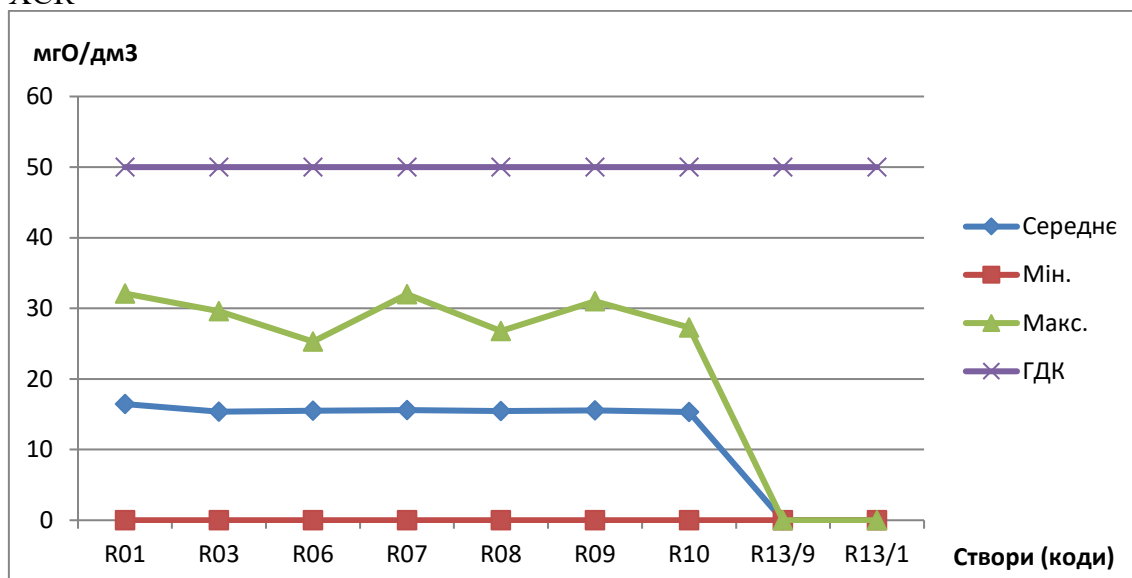
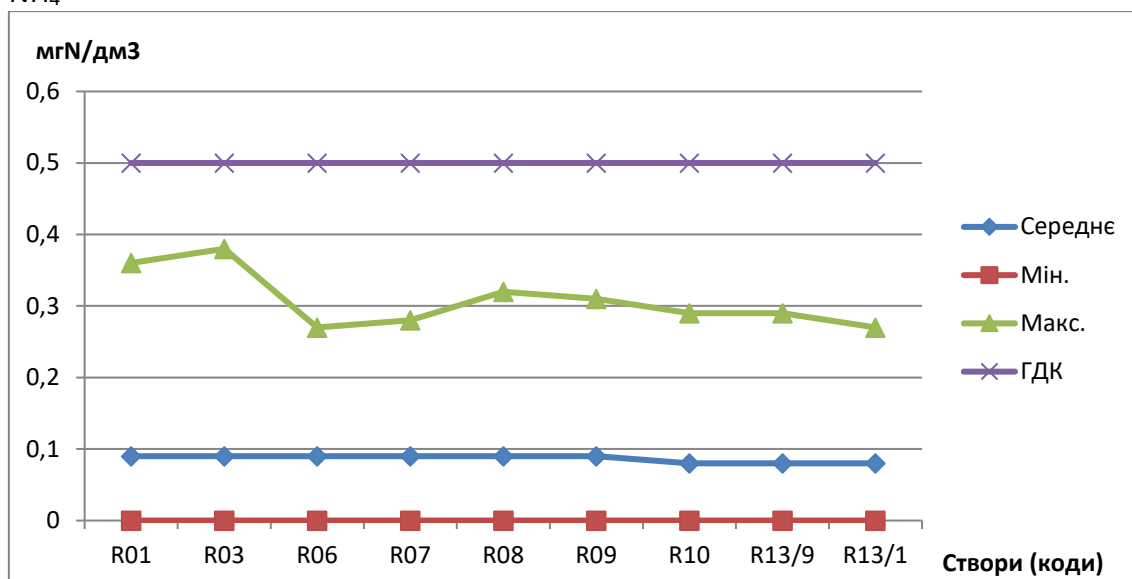
Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
Жовтень	0,02	0,01	0,00	0,17	0,00	0,01	0,01
Листопад	0,01	0,02	0,00	0,12	0,01	0,01	0,01
Грудень	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Середні по ділянці</b>	0,01	0,02	0,00	0,09	0,00	0,01	0,01
<b>Середньорічні (з рядків «середні по ділянці»)</b>							
2011	<0,01	0,01	0,001	0,32	0,011	0,0027	0,011
2012	<0,01	<0,01	0,002	0,37	0,015	0,010	0,013
2013	< 0,01	< 0,01	0,001	0,57	0,0054	0,037	0,023
2014	< 0,01	< 0,01	0,001	0,60	0,0044	0,017	0,014
2015	0,005	0,011	0,0012	0,53	0,008	0,034	0,012
2016	0,0011	0,0070	0,0012	0,31	0,0091	0,031	0,017
2017	0,0011	0,0129	0,0010	0,18	0,0076	0,024	0,012
2018	0,02	0,02	0,00	0,12	0,01	0,01	0,01

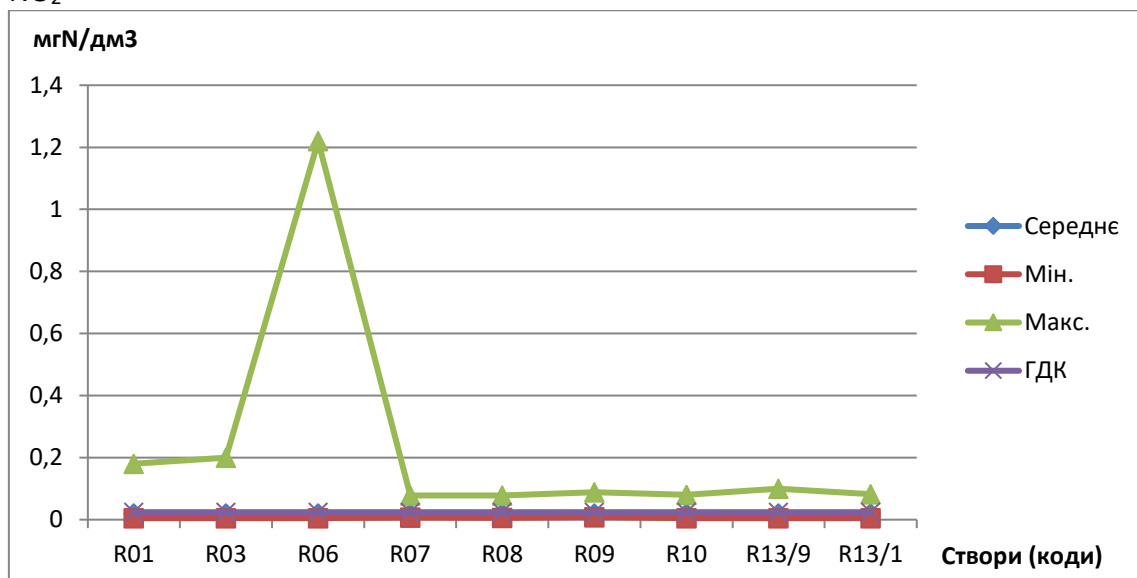
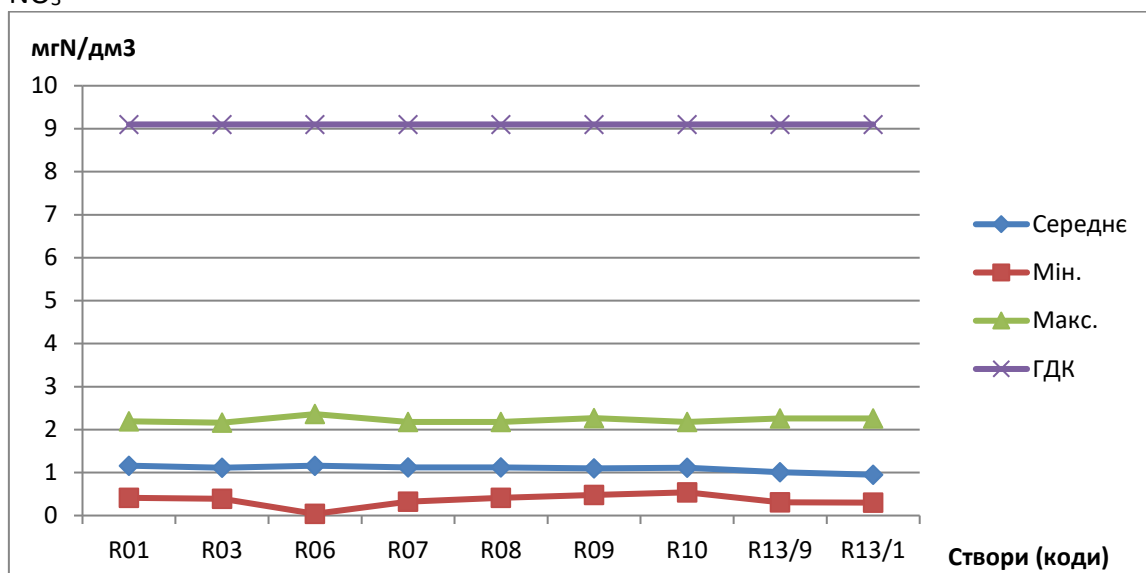
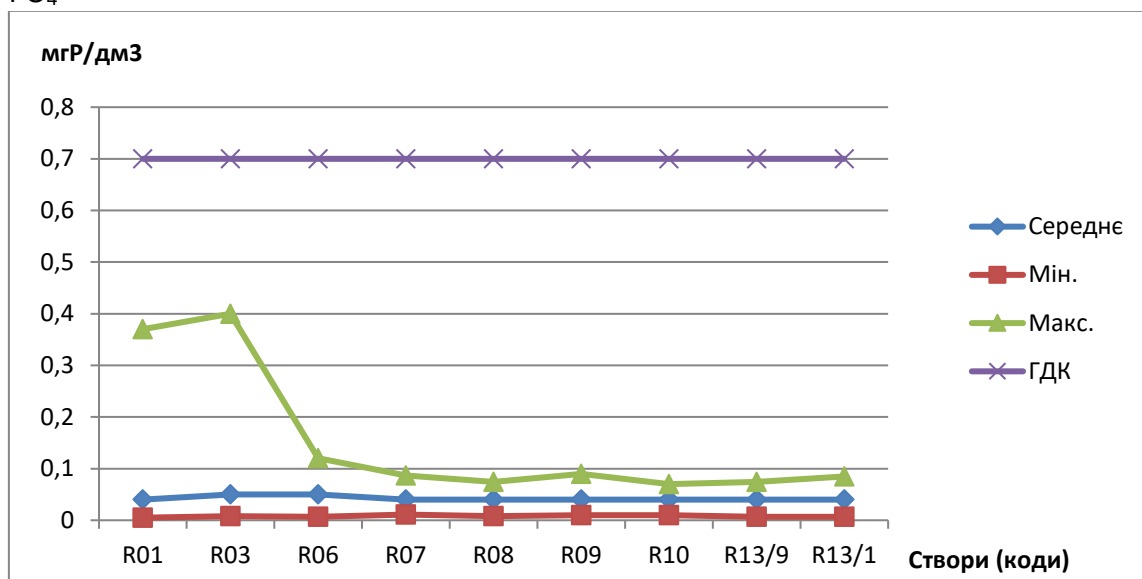
Місяць	Нафто-продукти, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>
ГДК к.пб./ ГДК р.г.	0,3 / 0,05	0,2 / 0,028	0,001	0,3 / 0, 1	1,0 / +0,001 до фону	0.1 / 0,01	1,0 / 0,01
2019	0,01	0,02	0,00	0,09	0,00	0,01	0,01
<b>Середні за 2011-2019 роки</b>	0,007	0,014	0,001	0,25	0,007	0,022	0,012

Табл.2

БСК<sub>5</sub>

ХСК

NH<sub>4</sub>

NO<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

## Фосфор загальний

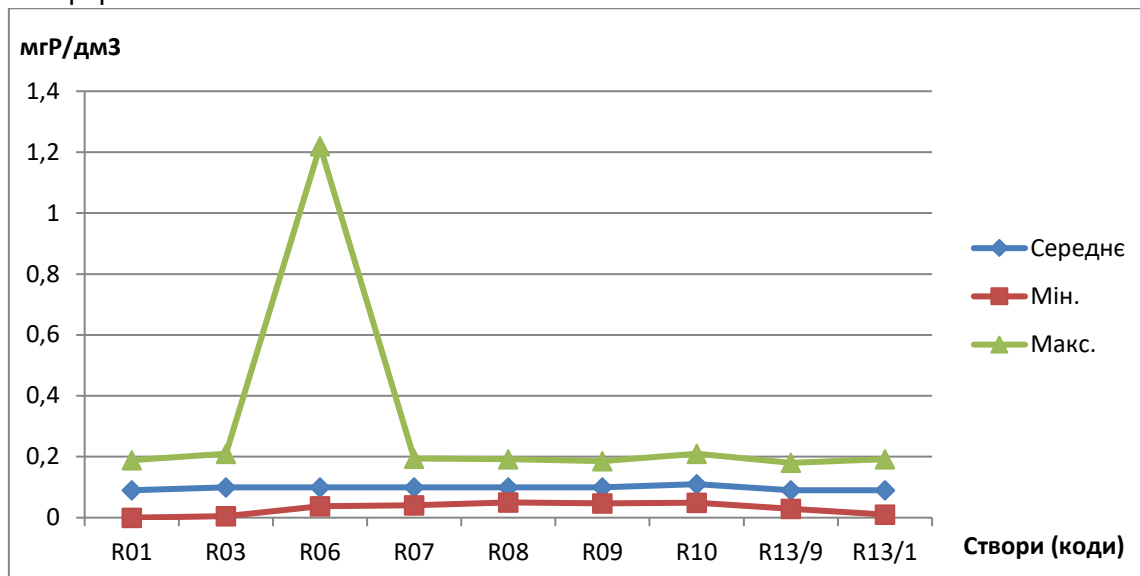
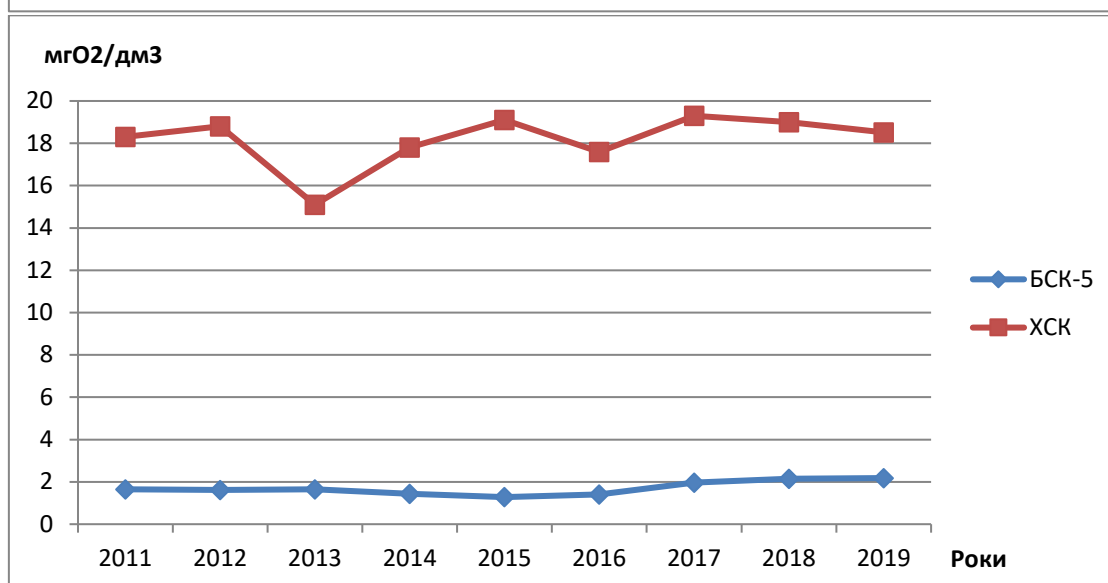
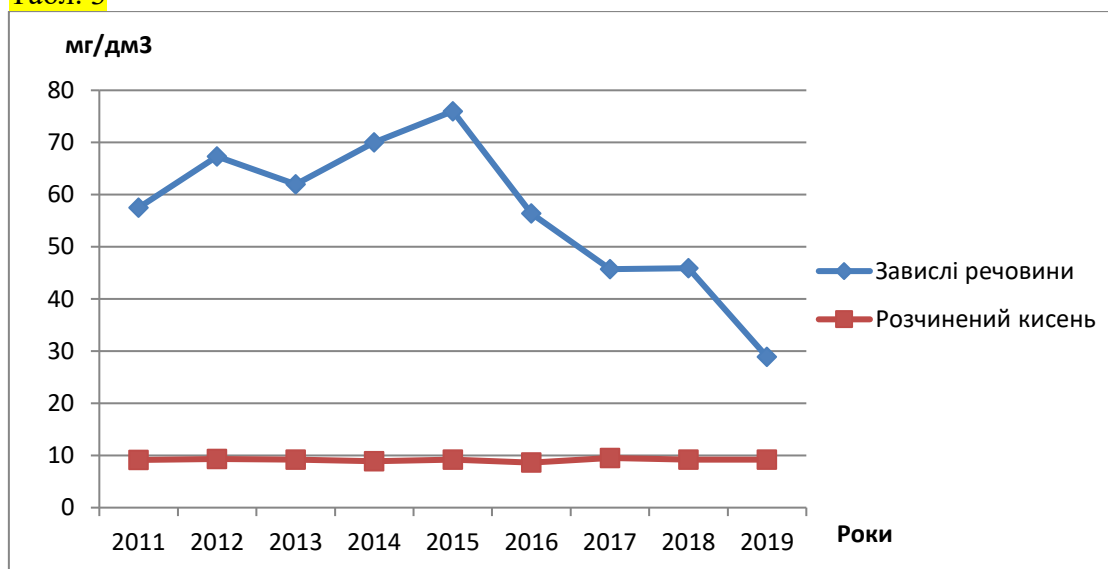
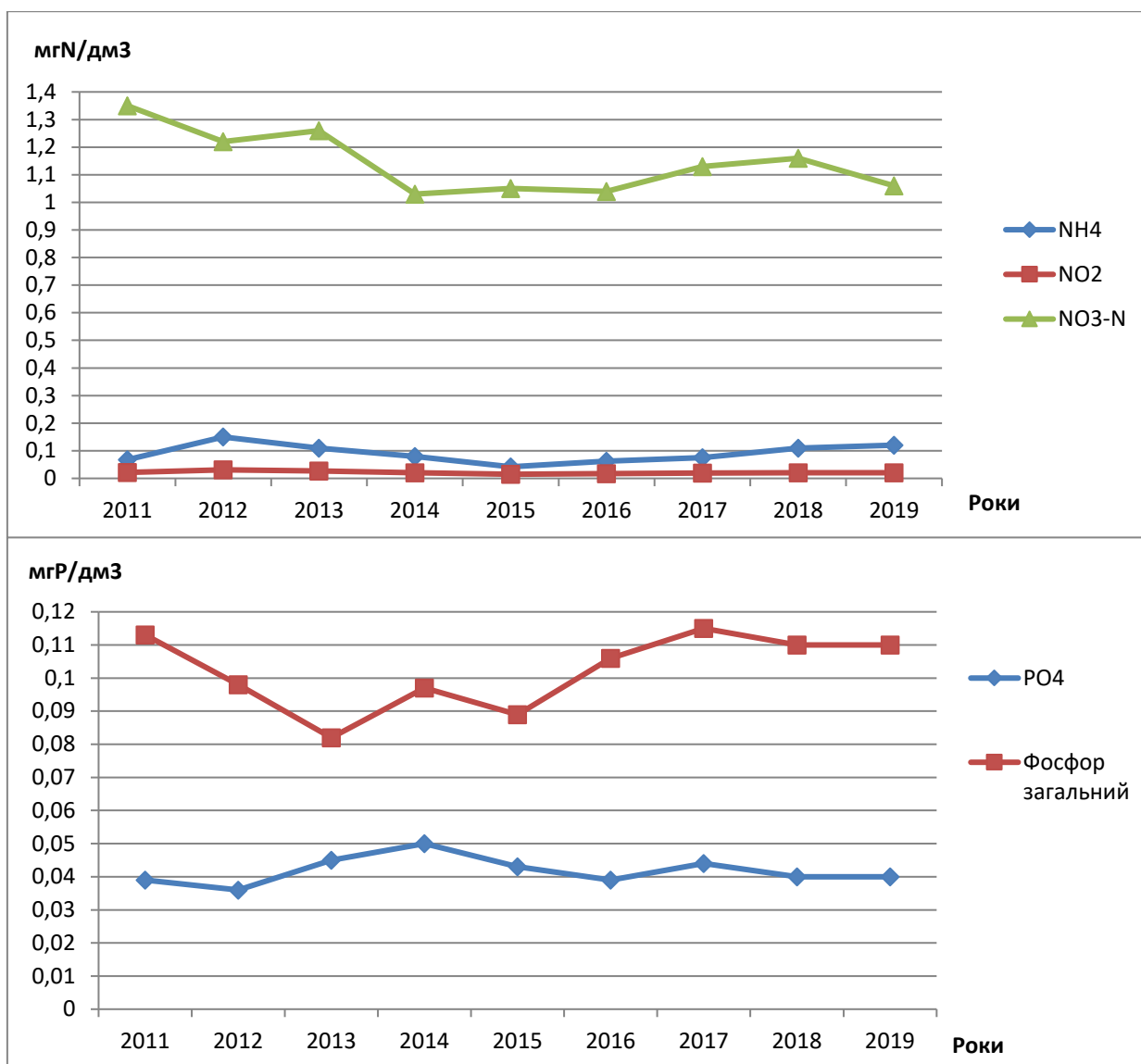


Табл. 3







## ДОДАТОК Г

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВАЛОВОГО ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ ТА ДОННИХ ВІДКЛАДЕННЯХ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ Р. ДУНАЙ ТА ЇЇ РУКАВІВ

Результати досліджень валового вмісту важких металів у воді та донних відкладеннях української частини р. Дунай та її рукавів за даними експедиційних досліджень у 2011 – 2021 роках в окремих створах по сезонах

**Таблиця 1 – Валовий вміст важких металів у воді української частини р. Дунай за даними експедиційних досліджень у 2011 – 2021 роках в окремих створах по сезонах**

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	ГДК к.пб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
	ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05
<b>R 01</b>	<b>р.Дунай, 71 миля, 1 км вище м. Рені</b>					
2011	передзим'я	0,16	0,017	0,037	0,0059	0,007
2012	осінь	1,3	0,072	0,027	0,006	0,005
2013	весна	0,93	0,062	0,050	0,0024	0,025
	осінь	1,1	0,039	0,035	0,017	0,005
	передзим'я	0,43	0,024	0,030	0,0068	менше 0,005
2014	літо	1,22	0,068	0,036	0,0180	0,008
	осінь	1,49	0,071	0,011	0,0058	0,008
	передзим'я	0,35	0,031	0,013	0,0018	менше 0,005
2015	літо	0,80	0,034	менше 0,01	0,0045	менше 0,005

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		ГДК кл.б.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
		ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05	
	осінь	1,40	0,050	менше 0,01	0,0050	0,0060	
	передзим'я	2,50	0,120	0,040	0,0090	0,0060	
2016	літо	0,58	0,041	0,051	0,0054	0,011	
	передзим'я	1,7	0,21	0,09	0,0082	менше 0,005	
2017	весна	1,2	0,051	0,023	0,0063	0,01	
	літо	0,36	0,024	менше 0,01	0,0021	0,003	
	передзим'я	0,23	0,018	менше 0,005	0,0018	0,015	
2018	весна	0,60	0,036	0,046	0,0081	0,0039	
	осінь	0,35	0,038	0,0076	0,0031	0,0029	
2019	весна	1,19	0,062	0,0138	0,004	0,0026	
	літо	0,378	0,027	0,00694	0,0023	менше 0,001	
	передзим'я	0,245	0,0276	0,003	0,0067	0,0019	
2020	літо (06.2020 р.)	0,177	0,026	менше 0,005	0,0024	0,001	
	літо (07.2020 р.)	0,097	0,0047	0,0035	0,0038	0,002	
	передзим'я	0,33	0,065	0,024	менше 0,002	0,0071	
2021	весна	0,14	0,016	менше 0,005	0,003	менше 0,002	
	літо	0,35	0,05	менше 0,005	0,004	менше 0,002	

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
	ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05
	осінь	0,85	0,047	0,0078	0,0045	0,0032
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	0,758	0,049	0,022	0,006	0,006
	<b>максимум</b>	2,5	0,21	0,09	0,018	0,025
	<b>мінімум</b>	0,097	0,0047	0,003	0,0018	0,0009
<b>R 06</b>	<b>рук. Кілійський, 89 км, 1км нижче м. Ізмаїл</b>					
2011	передзим'я	0,16	0,019	0,036	0,0019	менше 0,005
2012	осінь	0,33	0,031	0,021	0,0048	0,0067
2013	весна	0,84	0,060	0,033	менше 0,001	менше 0,005
	осінь	0,55	0,031	0,031	0,019	0,008
	передзим'я	0,89	0,049	0,020	0,0098	0,007
2014	літо	1,0	0,055	менше 0,01	0,0170	менше 0,005
	осінь	1,49	0,076	0,022	0,0065	0,008
	передзим'я	0,30	0,028	0,058	0,0017	0,0066
2015	літо	0,30	0,020	0,010	0,0070	менше 0,005
	осінь	2,50	0,090	0,010	0,0090	0,0120
	передзим'я	0,60	0,020	0,040	0,0050	0,0080
2016	літо	1,5	0,081	0,055	0,004	менше 0,005

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
		ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05	
	передзим'я	1,7	0,072	менше 0,01	0,0041	менше 0,005	
2017	весна	0,58	0,041	менше 0,02	0,0061	0,008	
	літо	0,21	0,02	менше 0,01	0,0022	0,004	
	передзим'я	0,56	0,057	0,0089	0,0042	0,0087	
2018	весна	0,47	0,038	0,017	0,0046	0,0028	
	осінь	0,3	0,0062	менше 0,005	0,0016	менше 0,002	
2019	весна	1,07	0,0581	0,0314	0,0037	0,0022	
	літо	0,411	0,0291	0,00917	0,0018	менше 0,001	
	передзим'я	1,84	0,151	0,0261	0,0094	0,007	
2020	літо (06.2020 р.)	0,354	0,0368	менше 0,005	0,0036	0,0015	
	літо (07.2020 р.)	0,515	0,0379	0,0056	0,0053	0,0033	
	передзим'я	0,12	0,058	0,027	0,0061	0,005	
2021	весна	0,22	0,015	0,0062	0,0031	менше 0,002	
	літо	0,18	0,027	менше 0,005	0,003	менше 0,002	
	осінь	0,34	0,018	0,008	0,0039	0,0023	
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	0,72	0,045	0,02	0,006	0,005	
	<b>максимум</b>	2,5	0,151	0,058	0,019	0,012	

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
		ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05	
	мінімум	0,12	0,0062	0,0049	0,0009	0,0009	
<b>R 09</b>	<b>рук. Кілійський, 32 км, 13 нижче м. Кілія</b>						
2011	передзим'я	-	-	-	-	-	
2012	осінь	-	-	-	-	-	
2013	весна	0,58	0,038	0,010	0,015	0,007	
	осінь	1,1	0,068	0,017	0,008	0,009	
	передзим'я	0,84	0,053	0,014	0,012	0,008	
2014	літо	0,77	0,047	0,011	0,0220	менше 0,005	
	осінь	1,93	0,075	менше 0,01	0,0064	0,008	
	передзим'я	0,45	0,039	менше 0,01	0,0031	менше 0,005	
2015	літо	0,96	0,051	менше 0,01	0,0160	менше 0,005	
	осінь	1,30	0,060	менше 0,01	0,0050	0,0140	
	передзим'я	3,40	0,190	менше 0,01	0,0140	0,0120	
2016	літо	0,53	0,046	0,032	0,003	менше 0,005	
	передзим'я	2	0,26	0,028	0,012	0,016	
2017	весна	0,42	0,029	менше 0,02	0,0054	0,038	
	літо	2,2	0,12	0,026	0,0069	0,0081	

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	ГДК кл.б.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
	ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05
	передзим'я	0,56	0,05	менше 0,005	0,0042	0,0099
2018	весна	1,7	0,14	0,038	0,012	0,0078
	осінь	0,63	0,044	0,0068	0,0015	менше 0,002
2019	весна	1,24	0,0586	0,0493	0,0041	0,0021
	літо	0,749	0,04	0,0156	0,0023	менше 0,001
	передзим'я	1,72	0,184	0,0102	0,0094	0,0056
2020	літо (06.2020 р.)	0,163	0,0406	менше 0,005	0,0025	0,001
	літо (07.2020 р.)	0,502	0,0308	0,0049	0,0053	0,0035
	передзим'я	0,22	0,07	0,016	0,0061	0,005
2021	весна	1,3	0,085	0,021	0,0068	0,0043
	літо	0,33	0,051	менше 0,005	0,0048	менше 0,002
	осінь	2,2	0,14	0,016	0,0092	0,0063
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	1,11	0,08	0,016	0,008	0,008
	<b>максимум</b>	3,4	0,26	0,0493	0,022	0,038
	<b>мінімум</b>	0,163	0,029	0,0049	0,0015	0,0009
<b>R 10</b>	<b>рук. Кілійський, 21 км, 1 км вище м. Вилкове</b>					
2011	передзим'я	0,17	0,019	менше 0,01	менше 0,001	менше 0,005

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
		ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05	
2012	осінь	0,31	0,035	0,030	0,0015	0,0068	
2013	весна	-	-	-	-	-	
	осінь	-	-	-	-	-	
	передзим'я	0,58	0,037	0,015	0,0079	менше 0,005	
2014	літо	0,82	0,062	0,019	0,0140	0,0065	
	осінь	1,59	0,076	0,015	0,0082	0,0090	
	передзим'я	0,37	0,036	менше 0,01	0,0015	0,0188	
2015	літо	0,46	0,025	0,026	0,0035	менше 0,005	
	осінь	1,30	0,060	0,140	0,0060	0,0080	
	передзим'я	4,40	0,240	0,020	0,0100	0,0160	
2016	літо	0,63	0,031	0,044	0,003	менше 0,005	
	передзим'я	6,4	0,58	0,05	0,015	0,007	
2017	весна	0,44	0,045	0,082	0,0054	0,0071	
	літо	0,35	0,026	0,012	0,0023	0,0029	
	передзим'я	0,22	0,038	0,007	0,0031	0,0044	
2018	весна	1,0	0,096	0,011	0,0055	0,0059	
	осінь	0,49	0,028	0,023	0,0021	менше 0,002	

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
		ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05	
2019	весна	1,36	0,0752	0,0227	0,0042	0,0027	
	літо	2,17	0,162	0,0175	0,0056	менше 0,001	
	передзим'я	0,273	0,0276	0,0019	0,0067	0,0019	
2020	літо (06.2020 р.)	0,151	0,0276	менше 0,005	0,0026	0,0009	
	літо (07.2020 р.)	0,185	0,0261	0,0375	0,0056	0,0025	
	передзим'я	0,83	0,16	0,033	0,091	0,012	
2021	весна	1,4	0,078	0,0085	0,0054	0,0039	
	літо	0,14	0,024	менше 0,005	0,0041	менше 0,002	
	осінь	2,2	0,12	0,021	0,0084	0,0066	
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	1,05	0,08	0,025	0,008	0,005	
	<b>максимум</b>	6,4	0,58	0,14	0,091	0,0188	
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0	
<b>R13/9</b>	<b>рук. Бистрий 9 км</b>						
2011	передзим'я	-	-	-	-	-	
2012	осінь	-	-	-	-	-	
2013	весна	2,7	0,15	0,042	0,015	0,022	



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
	ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05
	осінь	0,54	0,030	0,016	0,0062	0,005
	передзим'я	1,1	0,11	0,010	0,0073	0,006
2014	літо	-	-	-	-	-
	осінь	-	-	-	-	-
	передзим'я	0,34	0,034	0,011	0,0017	0,0050
2015	літо	0,094	0,065	менше 0,01	0,0210	менше 0,005
	осінь	1,30	0,060	менше 0,01	0,0060	менше 0,005
	передзим'я	4,20	0,270	0,030	0,0130	0,0160
2016	літо	-	-	-	-	-
	передзим'я	-	-	-	-	-
2017	весна	0,63	0,037	менше 0,02	0,0059	0,0062
	літо	0,43	0,033	менше 0,01	0,002	0,0027
	передзим'я	0,43	0,04	0,0094	0,0026	0,013
2018	весна	1,2	0,094	0,013	0,006	0,0051
	осінь	0,21	0,011	0,0072	0,0027	0,0022
2019	весна	0,915	0,0484	0,0166	0,0036	0,0024
	літо	0,355	0,0176	0,00491	0,0019	менше 0,001

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	ГДК к.лб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
	ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05
	передзим'я	0,224	0,0179	0,0102	0,0053	0,0019
2020	літо (06.2020 р.)	0,0479	0,0082	менше 0,005	0,0023	0,0007
	літо (07.2020 р.)	0,316	0,0121	0,0064	0,005	0,003
	передзим'я	0,35	0,071	0,019	менше 0,002	0,0084
2021	весна	0,57	0,04	0,0056	0,0036	0,0021
	літо	0,37	0,04	менше 0,005	0,0041	менше 0,002
	осінь	0,46	0,027	0,0063	0,0039	0,0023
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	0,62	0,045	0,01	0,0045	0,0043
	<b>максимум</b>	4,2	0,27	0,042	0,021	0,022
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0

**Таблиця 2 – Узагальнені та осереднені в межах досліджуваної ділянки р. Дунай результати вимірювань валового вмісту важких металів у воді за даними експедиційних досліджень у 2011 – 2021 роках**

Рік	Види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	<b>ГДКк.пб.</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>
	<b>ГДК р.г.</b>	<b>0,1</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>+0,001 до фону</b>	<b>0,01</b>
	<b>Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай</b>			<b>0,1</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>
2011	передзим'я	0,123	0,014	0,018	0,002	0,002
2012	осінь	0,485	0,035	0,020	0,003	0,005
2013	весна	1,010	0,062	0,027	0,008	0,014
	осінь	0,658	0,034	0,020	0,010	0,005
	передзим'я	0,768	0,055	0,018	0,009	0,004
2014	літо	0,762	0,046	0,017	0,014	0,004
	осінь	1,300	0,060	0,010	0,005	0,007
	передзим'я	0,362	0,034	0,016	0,002	0,006
2015	літо	0,523	0,039	0,007	0,010	0,000
	осінь	1,560	0,064	0,030	0,006	0,008
	передзим'я	3,020	0,168	0,026	0,010	0,012
2016	літо	0,648	0,040	0,036	0,003	0,003
	передзим'я	2,360	0,224	0,042	0,008	0,006
2017	весна	0,654	0,041	0,026	0,006	0,014
	літо	0,710	0,045	0,010	0,003	0,004

Рік	Види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		ГДКк.пб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
		ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05	
	передзим'я	0,400	0,041	0,005	0,003	0,010	
2018	весна	0,994	0,081	0,025	0,007	0,005	
	осінь	0,396	0,025	0,011	0,002	0,001	
2019	весна	1,155	0,060	0,027	0,004	0,002	
	літо	0,813	0,055	0,011	0,003	0,000	
	передзим'я	0,860	0,082	0,010	0,008	0,004	
2020	літо (06.2020 р.)	0,179	0,028	0,005	0,003	0,001	
	літо (07.2020 р.)	0,323	0,022	0,012	0,005	0,003	
	передзим'я	0,370	0,085	0,024	0,021	0,008	
2021	весна	0,726	0,047	0,009	0,004	0,003	
	літо	0,274	0,038	0,005	0,004	0,002	
	осінь	1,210	0,070	0,012	0,006	0,004	
<b>2011-2021</b>	<b>весна</b>	0,908	0,058	0,023	0,006	0,008	
	<b>літо</b>	0,529	0,039	0,013	0,006	0,002	
	<b>осінь</b>	0,935	0,048	0,017	0,005	0,005	
	<b>передзим'я</b>	1,033	0,088	0,020	0,008	0,007	
	<b>середній вміст.</b>	0,851	0,058	0,018	0,006	0,005	

Рік	Види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	ГДКк.пб.	0,3	0,1	1,0	1,0	0,1
	ГДК р.г.	0,1	0,01	0,01	+0,001 до фону	0,01
	Рекомендовані TNMN нормативи для р. Дунай			0,1	0,02	0,05
	максимум	1,033	0,088	0,023	0,008	0,008
	мінімум	0,529	0,039	0,013	0,005	0,002

Таблиця 3 – Валовий вміст важких металів у донних відкладеннях р. Дунай та її рукавів за даними експедиційних досліджень у 2011 – 2021 роках в окремих створах по сезонах

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
<b>R 01</b>	<b>р. Дунай, 71 миля, 1 км вище м. Рені</b>					
2011	передзим'я	5,0	0,12	0,009	менше 0,01	0,011
2012	осінь	25,75	0,59	0,103	0,070	0,047
2013	весна	6,43	0,21	0,029	0,007	0,025
	осінь	26,4	0,86	0,111	0,042	0,019
	передзим'я	18,45	0,45	0,060	0,012	0,035
2014	літо	21,4	0,84	0,094	0,049	0,071
	осінь	26,4	0,81	0,088	0,043	0,051
	передзим'я	16,7	0,48	0,071	0,026	0,038
2015	літо	22,2	0,82	0,074	0,049	0,055
	осінь	30,1	0,80	0,067	0,044	0,035

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай				0,2	0,06	0,05
	передзим'я	-				
2016	літо	23	0,55	0,08	0,041	0,035
	передзим'я	25	0,65	0,081	0,039	0,04
2017	весна	1,2	0,051	0,023	0,0063	0,01
	літо	0,36	0,024	менше 0,01	0,0021	0,003
	передзим'я	0,23	0,018	менше 0,005	0,0018	0,015
2018	весна	13	0,41	0,037	0,018	0,023
	осінь	13	0,49	0,06	0,019	0,039
2019	весна	27,6	0,847	0,122	0,0321	0,0352
	літо	21,8	0,632	0,0756	0,0282	0,0396
	передзим'я	19	0,53	0,079	0,025	0,032
2020	літо (06.2020 р)	13	0,747	0,032	0,0155	0,0234
	літо (07.2020 р)	12	0,49	0,046	0,018	0,036
	передзим'я	27	0,76	0,16	0,092	0,051
2021	весна	15,0	0,580	0,062	0,024	0,035
	літо	16,9	0,660	0,084	0,031	0,045
	осінь	19,5	0,679	0,085	0,039	0,042
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	16,53	0,522	0,065	0,029	0,033
	<b>максимум</b>	30,1	0,86	0,16	0,092	0,071
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0
<b>R 06</b>	<b>рук. Кілійський, 89 км, 1км нижче м. Ізмаїл</b>					
2011	передзим'я	17,0	0,58	0,063	0,039	0,050
2012	осінь	7,45	0,115	0,020	0,0044	0,024

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
2013	весна	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2014	літо	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2015	літо	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2016	літо	19	0,44	0,065	0,025	0,029
	передзим'я	8,5	0,17	0,017	0,019	0,016
2017	весна	0,58	0,041	менше 0,02	0,0061	0,008
	літо	0,21	0,02	менше 0,01	0,0022	0,004
	передзим'я	0,56	0,057	0,0089	0,0042	0,0087
2018	весна	17	0,52	0,042	0,032	0,03
	осінь	12	0,41	0,046	0,014	0,034
2019	весна	29,3	0,587	0,0746	0,0279	0,0388
	літо	18,7	0,528	0,0524	0,0177	0,0287
	передзим'я	16	0,42	0,052	0,022	0,028
2020	літо (06.2020 р)	14,9	0,716	0,013	0,0129	0,0232
	літо (07.2020 р)	19	0,71	0,085	0,038	0,045

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	<b>Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай</b>			<b>0,2</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>
	передзим'я	11	0,32	0,027	0,014	0,015
2021	весна	15,0	0,520	0,063	0,030	0,035
	літо	23,4	0,78	0,077	0,033	0,047
	осінь	12,0	0,308	0,038	0,011	0,022
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	8,95	0,27	0,029	0,013	0,018
	<b>максимум</b>	29,3	0,78	0,085	0,039	0,05
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0
<b>R 09</b>	<b>рук. Кілійський, 32 км, 13 нижче м. Кілія</b>					
2011	передзим'я	-	-	-	-	-
2012	осінь	-	-	-	-	-
2013	весна	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2014	літо	15,4	0,46	0,070	0,027	0,065
	осінь	24,3	0,75	0,098	0,050	0,050
	передзим'я	14,1	0,39	0,058	0,021	0,036
2015	літо	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2016	літо	29	0,8	0,1	0,041	0,036
	передзим'я	18	0,79	0,06	0,023	0,036
2017	весна	0,42	0,029	менше 0,02	0,0054	0,038



Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
	літо	2,2	0,12	0,026	0,0069	0,0081
	передзим'я	0,56	0,05	менше 0,005	0,0042	0,0099
2018	весна	22	0,74	0,061	0,044	0,043
	осінь	17	0,63	0,086	0,031	0,034
2019	весна	32,1	1,01	0,296	0,0469	0,0599
	літо	30,9	0,904	0,0866	0,0356	0,051
	передзим'я	28	0,75	0,082	0,032	0,048
2020	літо (06.2020 р)	27,1	1,27	0,101	0,047	0,0452
	літо (07.2020 р)	25	0,96	0,108	0,05	0,065
	передзим'я	29	0,82	0,102	0,059	0,048
2021	весна	26,0	0,820	0,103	0,050	0,049
	літо	24,8	0,810	0,110	0,055	0,051
	осінь	16,6	0,557	0,070	0,036	0,032
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	14,17	0,469	0,061	0,025	0,03
	<b>максимум</b>	32,1	1,27	0,296	0,059	0,065
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0
<b>R 10</b>	<b>рук. Кілійський, 21 км, 1 км вище м. Вилкове</b>					
2011	передзим'я	9,9	0,28	0,039	0,014	0,020
2012	осінь	-	-	-	-	-
2013	весна	17,75	0,61	0,083	0,039	0,050
	осінь	20,70	0,54	0,077	0,022	0,038
	передзим'я	21,00	0,65	0,075	0,022	0,040
2014	літо	16,6	0,47	0,074	0,025	0,034
	осінь	23,5	0,71	0,084	0,032	0,034

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
	передзим'я	18,4	0,52	0,066	0,038	0,022
2015	літо	18,2	0,72	0,072	0,025	0,034
	осінь	27,7	0,76	0,065	0,060	0,032
	передзим'я	-				
2016	літо	29	0,75	0,095	0,038	0,065
	передзим'я	17	0,35	0,036	0,017	0,021
2017	весна	0,44	0,045	0,082	0,0054	0,0071
	літо	0,35	0,026	0,012	0,0023	0,0029
	передзим'я	0,22	0,038	0,007	0,0031	0,0044
2018	весна	16	0,52	0,042	0,024	0,029
	осінь	12	0,35	0,05	0,018	0,031
2019	весна	29,1	0,837	0,243	0,0346	0,0585
	літо	24,4	0,626	0,0753	0,0344	0,0406
	передзим'я	23	0,65	0,072	0,034	0,038
2020	літо (06.2020 р)	21,6	0,755	0,0593	0,0308	0,0332
	літо (07.2020 р)	15	0,64	0,065	0,032	0,037
	передзим'я	24	0,68	0,081	0,043	0,042
2021	весна	27,0	0,84	0,096	0,051	0,048
	літо	13,4	0,510	0,069	0,029	0,037
	осінь	17,6	0,550	0,070	0,036	0,036
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	16,44	0,497	0,066	0,026	0,031
	<b>максимум</b>	29,1	0,84	0,243	0,06	0,065
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
<b>R13/9</b>	<b>рук. Бистрий 9 км</b>					
2011	передзим'я	-	-	-	-	-
2012	осінь	-	-	-	-	-
2013	весна	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2014	літо	-				
	осінь	-				
	передзим'я	-				
2015	літо	17,3	0,71	0,070	0,023	0,035
	осінь	28,0	0,66	0,065	0,046	0,034
	передзим'я	-				
2016	літо	16	0,7	0,11	0,026	0,036
	передзим'я	17	0,39	0,061	0,031	0,028
2017	весна	0,63	0,037	менше 0,02	0,0059	0,0062
	літо	0,43	0,033	менше 0,01	0,002	0,0027
	передзим'я	0,43	0,04	0,0094	0,0026	0,013
2018	весна	13	0,32	0,034	0,014	0,019
	осінь	18	0,65	0,078	0,022	0,062
2019	весна	32,1	0,817	0,18	0,0321	0,0474

Код ПС, рік	Опис місця розташування ПС, види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	<b>Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай</b>			<b>0,2</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>
	літо	25,9	0,737	0,0713	0,0297	0,0468
	передзим'я	26	0,72	0,081	0,036	0,044
2020	літо (06.2020 р)	18,9	0,657	0,0159	0,0164	0,0291
	літо (07.2020 р)	25	0,97	0,104	0,049	0,064
	передзим'я	24	0,68	0,079	0,04	0,041
2021	весна	23,0	0,740	0,097	0,043	0,047
	літо	19,7	0,720	0,092	0,040	0,051
	осінь	16,3	0,503	0,064	0,028	0,033
<b>2011-2021</b>	<b>середній вміст.</b>	11,91	0,373	0,046	0,018	0,024
	<b>максимум</b>	32,1	0,97	0,18	0,049	0,064
	<b>мінімум</b>	0	0	0	0	0

Таблиця 4 – Узагальнені та осереднені в межах досліджуваної ділянки результати вимірювань валового вмісту важких металів у донних відкладеннях р. Дунай та її рукавів за даними експедиційних досліджень у 2011 – 2021

Рік	Види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	<b>Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай</b>			<b>0,2</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>
2011	передзим'я	6,38	0,196	0,0222	0,0106	0,0162
2012	осінь	6,64	0,141	0,0246	0,01488	0,0142
2013	весна	4,836	0,164	0,0224	0,0092	0,015
	осінь	9,42	0,28	0,0376	0,0128	0,0114
	передзим'я	7,89	0,22	0,027	0,0068	0,015

Рік	Види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
2014	літо	7,6	0,262	0,0336	0,0148	0,021
	осінь	14,84	0,454	0,054	0,025	0,027
	передзим'я	9,84	0,278	0,039	0,017	0,0192
2015	літо	11,54	0,45	0,0432	0,0194	0,0248
	осінь	17,16	0,444	0,0394	0,03	0,0202
	передзим'я	0	0	0	0	0
2016	літо	23,2	0,648	0,09	0,0342	0,0402
	передзим'я	17,1	0,47	0,051	0,0258	0,0282
2017	весна	0,654	0,0406	0,021	0,00582	0,01386
	літо	0,71	0,0446	0,0076	0,0031	0,00414
	передзим'я	0,4	0,0406	0,00506	0,00318	0,0102
2018	весна	16,2	0,502	0,0432	0,0264	0,0288
	осінь	14,4	0,506	0,064	0,0208	0,04
2019	весна	30,04	0,8196	0,18312	0,03472	0,04796
	літо	24,34	0,6854	0,07224	0,02912	0,04134
	передзим'я	22,4	0,614	0,0732	0,0298	0,038
2020	літо (06.2020 р)	19,1	0,829	0,04424	0,02452	0,03082
	літо (07.2020 р)	19,2	0,754	0,0816	0,0374	0,0494
	передзим'я	23	0,652	0,0898	0,0496	0,0394

Рік	Види значень	Елементи, що досліджуються та їх вміст в г/кг сухоповітряної маси				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Рекомендовані JDS нормативи для р. Дунай			0,2	0,06	0,05
2021	весна	21,2	0,7	0,0842	0,0396	0,0428
	літо	19,64	0,696	0,0864	0,0376	0,0462
	осінь	16,4	0,519	0,0654	0,03	0,033
<b>2011-2021</b>	<b>весна</b>	14,59	0,4452	0,0708	0,0231	0,0297
	<b>літо</b>	15,67	0,5461	0,0574	0,025	0,0322
	<b>осінь</b>	13,14	0,3907	0,0475	0,0222	0,0243
	<b>передзим'я</b>	10,876	0,3088	0,0384	0,0178	0,0208
	<b>середній вміст за період досліджень</b>	13,57	0,423	0,0535	0,022	0,0268
	<b>максимум</b>	15,67	0,5461	0,0708	0,025	0,0322
	<b>мінімум</b>	10,876	0,3088	0,0384	0,0178	0,0208

## Додаток Д

**ВИДОВИЙ СКЛАД, ВІДНОСНА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ТА ОХОРОННИЙ  
СТАТУС ССАВЦІВ ФАУНИ ДУНАЙСЬКОГО БІОСФЕРНОГО  
ЗАПОВІДНИКА**

Українська назва виду	Латин- ська назва виду	Характеристика виду щодо його чисельності в ДБЗ	Наявність виду в зоні глибоководного суднового ходу	Охоронний статус			
				Червона книга України (1994), категорія	Бернська конвенція, додаток	Європейський Червоний список (1991), категорія	Червоний список МСОП (IUCN, 2000), категорія
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Ряд Комахоїдні — Insectivora</b>							
Родина Їжаків — Erinaceidae							
1. Їжак білочеревий	Erinaceus concolor	звичайний	локально	-	-	-	-
Родина Кротів — Talpidae							
2. Кріт євро- пейський	Talpa europaea	звичайний	локально	-	-	-	-
Родина Землерийкові — Soricidae							
3. Бурозубка мала	Sorex minutus	звичайний	+	-	3	-	-
4. Бурозубка звичайна	Sorex araneus	звичайний	+	-	3	-	-
5. Кутора мала	Neomys anomalus	рідкісний	+	III	3	-	-
6. Білозубка мала	Crocidura suaveolens	звичайний	+	-	3	-	-
<b>Ряд Рукокрилі — Chiroptera</b>							
Родина Гладконосі кажани — Vespertilionidae							
7. Вухань сірий	Plecotus austriacus	рідкісний	+	-	2	-	-
8. Нетопир малий	Pipistrellus pipistrellus	рідкісний	+	-	3	-	-
9. Кажан двоколірний	Vespertilio murinus	рідкісний	+	-	2	-	-
<b>Ряд Хижі звірі — Carnivora</b>							
Родина Собачі — Canidae							
10. Лисиця звичайна	Vulpes vulpes	звичайний	+	-	-	-	-
11. Собака єнотовидний	Nyctereutes procyo- noides	чисельний	+	-	-	-	-

Українська назва виду	Латинська назва виду	Характеристика виду щодо його чисельності в ДБЗ	Наявність виду в зоні глибоководного суднового ходу	Охоронний статус			
				Червона книга України (1994), категорія	Бернська конвенція, додаток	Європейський Червоний список (1991), категорія	Червоний список МСОП (IUCN, 2000),
<b>Родина Котячі — Felidae</b>							
12. Кіт лісовий	<i>Felis sylvestris</i>	рідкісний	+	I	2	-	-
<b>Родина Куницеві — Mustelidae</b>							
13. Борсук	<i>Meles meles</i>	дуже рідкісний	локально	II	3	-	-
14. Куниця кам'яна	<i>Martes foina</i>	рідкісний	локально	-	3	-	-
15. Перев'язка	<i>Vormela peregusna</i>	дуже рідкісний	-	II	2	V	VU
16. Ласка	<i>Mustela nivalis</i>	звичайний	+	-	3	-	-
17. Горностаї	<i>Mustela erminea</i>	звичайний	+	IV	3	-	-
18. Тхір степовий	<i>Mustela eversmanni</i>	рідкісний	?	III	2	-	-
19. Тхір звичайний	<i>Mustela putorius</i>	рідкісний	локально	-	3	-	-
20. Норка європейська	<i>Mustela lutreola</i>	звичайний	+	II	2	-	EN
21. Норка американська	<i>Mustela vison</i>	рідкісний	?	-	-	-	-
22. Видра річкова	<i>Lutra lutra</i>	звичайний	+	II	2	V	-
<b>Ряд Ластоногі — Pinnipedia</b>							
<b>Родина Справжні тюлені — Phocidae</b>							
23. Тюлень-монах	<i>Monachus monachus</i>	дуже рідкісний	+	I	2	E	CR
<b>Ряд Китоподібні — Cetacea</b>							
<b>Родина Дельфінові — Delphinidae</b>							
24. Афаліна	<i>Tursiops truncatus</i>	рідкісний	+	III	2	-	DD
25. Дельфін-білобочка	<i>Delphinus delphis</i>	рідкісний	+	IV	2	-	-
<b>Родина Морські свині — Phocoenidae</b>							



Українська назва виду	Латинська назва виду	Характеристика виду щодо його чисельності в ДБЗ	Наявність виду в зоні глибоководного суднового ходу	Охоронний статус			
				Червона книга України (1994), категорія	Бернська конвенція, додаток	Європейський Червоний список (1991), категорія	Червоний список МСОП (IUCN, 2000),
26. Морська свиня (азовка)	<i>Phocaena phocaena</i>	рідкісний	+	I	2	K	VU
<b>Ряд Парнокопитні — Artiodactyla</b>							
Родина Свинячі — Suidae							
27. Кабан	<i>Sus scrofa</i>	звичайний	+	-	3	-	-
Родина Оленячі — Cervidae							
28. Козуля	<i>Capreolus capreolus</i>	рідкісний	+	-	3	-	-
<b>Ряд Зайцеподібні — Lagomorpha</b>							
Родина Зайцеві — Leporidae							
29. Заєць-русак	<i>Lepus europaeus</i>	звичайний	локально	-	3	-	-
<b>Ряд Гризуни — Rodentia</b>							
Родина Нутрієві — Myocastoridae							
30. Нутрія*	<i>Myocastor coypus</i>	дуже рідкісний	+	-	-	-	-
Родина — Білячі — Sciuridae							
31. Ховрах крапчастий	<i>Spermophilus suslicus</i>	рідкісний	-	-	2	-	VU
Родина Мишачі — Muridae							
32. Миша хатня	<i>Mus musculus</i>	масовий	+	-	-	-	-
33. Миша крихітна	<i>Micromys minutus</i>	чисельний	+	-	-	-	LR/nt
34. Миша польова	<i>Apodemus agrarius</i>	чисельний	+	-	-	-	-
35. Миша лісова	<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	звичайний	+	-	-	-	-
36. Пацюк сірий	<i>Rattus norvegicus</i>	масовий	+	-	-	-	-
Родина Хом'якові — Cricetidae							
37. Хом'ячок сірий	<i>Cricetulus migratorius</i>	рідкісний	?	-	-	-	LR/nt
38. Хом'як звичайний	<i>Cricetus cricetus</i>	звичайний	локально	-	2	-	-

Українська назва виду	Латинська назва виду	Характеристика виду щодо його чисельності в ДБЗ	Наявність виду в зоні глибоководного суднового ходу	Охоронний статус			
				Червона книга України (1994), категорія	Бернська конвенція, додаток	Європейський Червоний список (1991), категорія	Червоний список МСОП (IUCN, 2000),
39. Ондатра	<i>Ondatra zibethicus</i>	масовий	+	-	-	-	-
40. Полівка водяна	<i>Arvicola amphibius</i>	масовий	+	-	-	-	-
41. Полівка звичайна	<i>Microtus arvalis</i>	масовий	+	-	-	-	-
Родина Сліпаків — Spalacidae							
42. Сліпак білозубий	<i>Spalax leucodon</i>	дуже рідкісний	-	II	-	I	VU

Таблицю складено на основі матеріалів М. Є. Жмуда, з доповненнями та виправленнями Т.І. Котенко.

E, EN - зникаючі види, перебувають під загрозою зникнення; V, VU - вразливі види, які в найближчому майбутньому можуть бути віднесені до категорії "зникаючі"; I - невизначені види, про яких відомо, що вони відносяться до категорії "зникаючі", "вразливі" чи "рідкісні"; K - недостатньо відомі види; CR - види, що перебувають у критичному стані; DD - види, по яким бракує даних; LR/nt - види з низьким ризиком зникнення; I - зникаючі; II - вразливі; III - рідкісні; IV - невизначені.

\* Поодинокі зустрічі тварин, які втекли з неволі.

## Додаток Е

ВИДИ МІГРУЮЧИХ ПТАХІВ, ВИЯВЛЕНІ В ПІВНІЧНО-СХІДНІЙ ЧАСТИНІ  
ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

Перелік видів птахів, виявлених в румунській частині дельти Дунаю, та маршрути міграції між місцями гніздування та зимівлі в межах північно-східної частини дельти, включаючи район рукава Бистрий.

Цей перелік сформований на основі наукової інформації та картографічного матеріалу, включеного до академічного видання "Міграція птахів" (Rudescu, L. – 1958 – Migrația păsărilor. Editura Stiințifică. București.)

"Ех." (зниклі види) - Додаток

1

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Anthropoides virgo</i>	Br.II /Bn.II	Ac	Mo
2	<i>Falco cherrug</i>	Br.II /Bn.II/W	MP	Mo
3	<i>Neophron percnopterus</i>	Br.II/Bi.I	OV, ?C	M

"Е" (види під загрозою зникнення) - Додаток 1

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Aquila heliaca</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	MP	E
2	<i>Eudromias morinellus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P, OV	A
3	<i>Oxyura leucocephala</i>	Br.II /Bn.I/Bi.I	OI, ?C	M
4	<i>Pelecanus crispus</i>	Br.II /Bn.I,II/Bi.I/W	OV	Mo

"V" (уразливі види) - Додаток

1

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Accipiter nisus</i>	Br.II	S, Oi	Tr
2	<i>Alauda arvensis</i>	Br.III	MP	Mo
3	<i>Alcedo atthis</i>	Br.II /Bi.I	MP	E
4	<i>Anas penelope</i>	Br.III /Bi.II	P, OI	S
5	<i>Anas querquedula</i>	Br.III /Bn.II/Bi.II	OV, P	Tr
6	<i>Anas strepera</i>	Br.III /Bn.II/Bi.II	OV	Tr
7	<i>Anthus campestris</i>	Br.II /Bi.I	OV	Mo
8	<i>Anthus cervinus</i>	Br.II	P	A
9	<i>Anthus pratensis</i>	Br.II	P, OV	E

10	<i>Anthus trivialis</i>	Br.II	OV	E
11	<i>Apus apus</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
12	<i>Ardea cinerea</i>	Br.III /Bn.II	OV, RI	Tp
13	<i>Ardea purpurea</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
14	<i>Ardeola ralloides</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
15	<i>Asio otus</i>	Br.II/W	S	Tp
16	<i>Athene noctua</i>	Br.II/W	S	Mo
17	<i>Aythya nyroca</i>	Br.III /Bn.II/Bi.I	OV, RI	E
18	<i>Branta ruficollis</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	OI	A
19	<i>Burhinus oedicephalus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
20	<i>Buteo buteo</i>	Br.II /Bn.II	MP	Tp
21	<i>Buteo lagopus</i>	Br.II	OI	A
22	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Br.II /Bi.I	OV	Mo
23	<i>Calidris alpina</i>	Br.II /Bn.II	P	A
24	<i>Capella media</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	E
25	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
26	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Br.II /Bn.II	OV	Mo
27	<i>Charadrius dubius</i>	Br.II /Bn.II	OV	Mo
28	<i>Charadrius hiaticula</i>	Br.II /Bn.II	P	A
29	<i>Chlidonias hybridus</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
30	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
31	<i>Chlidonias niger</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
32	<i>Ciconia ciconia</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
33	<i>Circus aeruginosus</i>	Br.II /Bi.I	OV, RI	Mo
34	<i>Circus cyaneus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	E
35	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Br.II	S	E
36	<i>Columba oenas</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
37	<i>Coracias garrulus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
38	<i>Corvus corax</i>	Br.II	S	Tp
39	<i>Coturnix coturnix</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
40	<i>Cuculus canorus</i>	Br.III	OV	Tp
41	<i>Delichon urbica</i>	Br.II	OV	Tp
42	<i>Dendrocopos major</i>	Br.II	S	Tp
43	<i>Dendrocopos minor</i>	Br.II	S	Tp
44	<i>Dendrocopos syriacus</i>	Br.II /Bi.I	S	M
45	<i>Dryocopus martius</i>	Br.II /Bi.I	S	S
46	<i>Egretta alba</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV, RI	Ch
47	<i>Egretta garzetta</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
48	<i>Emberiza hortulana</i>	Br.III /Bi.I	OV	E
49	<i>Erithacus rubecula</i>	Br.II	OV, RI	E
50	<i>Falco columbarius</i>	Br.II /Bi.I/W	OI	S
51	<i>Falco naumanni</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	OV	Mo
52	<i>Falco peregrinus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	S, OI	Tp
53	<i>Falco subbuteo</i>	Br.II /Bn.II/W	OV	Tp
54	<i>Falco tinnunculus</i>	Br.II /Bn.II/W	MP	Tp
55	<i>Falco vespertinus</i>	Br.II /Bn.II/W	OV	Mo
56	<i>Ficedula parva</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	S
57	<i>Gavia stellata</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	A
58	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M

59	<i>Glareola prantincola</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
60	<i>Grus grus</i>	Br.II /Bn.II	P, ?C	E
61	<i>Haematopus ostralegus</i>	Br.III	OV	Tp
62	<i>Himantopus himantopus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	Mo
63	<i>Hippolais pallida</i>	Br.II	OV	M
64	<i>Hirundo daurica</i>	Br.II	OV	?/I-A
65	<i>Ixobrychus minutus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
66	<i>Lanius collurio</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
67	<i>Lanius excubitor</i>	Br.II	MP, OI	Tp
68	<i>Lanius minor</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
69	<i>Lanius senator</i>	Br.II	Ac	M
70	<i>Larus canus</i>	Br.III /Bn.II	OI	S
71	<i>Larus genei</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	Ac, ?OV	M
72	<i>Larus melanocephalus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
73	<i>Larus minutus</i>	Br.II	P, ?C	S
74	<i>Limicola falcinellus</i>	Br.II /Bn.II	P	S
75	<i>Limosa limosa</i>	Br.III /Bn.II	P, ?OV	Mo
76	<i>Lullula arborea</i>	Br.III/Bi.I	OV	E
77	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Br.II	OV	E
78	<i>Lymnocyptes minimus</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	P	S
79	<i>Melanocorypha calandra</i>	Br.II /Bi.I	MP	M
80	<i>Mergus albellus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	S
81	<i>Mergus merganser</i>	Br.III/Bn.II	OI	Tp
82	<i>Mergus serrator</i>	Br.III/Bn.II	OI	S
83	<i>Merops apiaster</i>	Br.II /Bn.II	OV	M
84	<i>Milvus migrans</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
85	<i>Motacilla flava</i>	Br.II	OV	Tp
86	<i>Muscicapa striata</i>	Br.II	OV	E
87	<i>Netta rufina</i>	Br.III /Bn.II	OV, RI	M
88	<i>Numenius arquata</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
89	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
90	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Br.II	OV	Tp
91	<i>Oriolus oriolus</i>	Br.II	OV	E
92	<i>Passer hispaniolensis</i>	Br.III	OV	E
93	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Br.II /Bn.I,II/Bi.I	OV	Mo
94	<i>Perdix perdix</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	S	E
95	<i>Pernis apivorus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
96	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV, RI	M
97	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Br.II	OV	Mo
98	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Br.II	OV	E
99	<i>Picus canus</i>	Br.II /Bi.I	S	E
100	<i>Platalea leucorodia</i>	Br.II/Bn.II/Bi./W	OV	E
101	<i>Plegadis falcinellus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
102	<i>Pluvialis squatarola</i>	Br.III	P	A
103	<i>Podiceps auritus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	Ac	S
104	<i>Podiceps cristatus</i>	Br.III	OV, RI	Tp
105	<i>Podiceps nigricollis</i>	Br.II /Bn.II	OV, RI	E
106	<i>Porzana porzana</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
107	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	Mo

108	<i>Remiz pendulinus</i>	Br.II	MP	Mo
109	<i>Riparia riparia</i>	Br.II	OV	Tr
110	<i>Saxicola torquata</i>	Br.II	OV	Mo
111	<i>Scolopax rusticola</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	P, OV	E
112	<i>Sterna albifrons</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
113	<i>Sterna caspia</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	Tr
114	<i>Sterna sandvicensis</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
115	<i>Streptopelia turtur</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
116	<i>Strix aluco</i>	Br.II/W	S	E
117	<i>Sylvia borin</i>	Br.II	OV	E
118	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Br.II	OV, RI	E
119	<i>Tadorna tadorna</i>	Br.II /Bn.II	OV, RI	Mo
120	<i>Tringa glareola</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	S
121	<i>Tringa totanus</i>	Br.III /Bn.II	P, OV	Mo
122	<i>Turdus merula</i>	Br.III	MP	E
123	<i>Upupa epops</i>	Br.II	OV	E
124	<i>Vanellus vanellus</i>	Br.III	OV	Mo

"R" (рідкі види) - Додаток 1

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Accipiter gentilis</i>	Br.II	S	Tr
2	<i>Acrocephalus dumetorum</i>	Br.II	Ac, ?C	?/T
3	<i>Anser erythropus</i>	Br.II /Bn.II	Ac	A
4	<i>Apus melba</i>	Br.II	OV	M
5	<i>Aquila clanga</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P, ?C	E
6	<i>Aquila pomarina</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
7	<i>Arenaria interpres</i>	Br.II /Bn.II	P	E
8	<i>Asio flammeus</i>	Br.II/Bi.I/W	OI, ?C	Tr
9	<i>Ciconia nigra</i>	Br.II/Bn.II/Bi.I/W	OV	E
10	<i>Circaetus gallicus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
11	<i>Crex crex</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
12	<i>Gavia arctica</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	S
13	<i>Gavia immer</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	A
14	<i>Glareola nordmanni</i>	Br.II /Bn.II	Ac	Mo
15	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Br.II /Bn.I/Bi.I	MP	Tr
16	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P, OV	E
17	<i>Pandion haliaetus</i>	Br.II /Bn.II	P	Tr
18	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Br.II /Bn.II	Ac	A
19	<i>Phalaropus lobatus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	A
20	<i>Pluvialis apricaria</i>	Br.III/Bn.II/Bi.I	P, RI	A
21	<i>Porzana parva</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
22	<i>Porzana pusilla</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
23	<i>Puffinus yelkouan</i>	Br.III	Ac	A
24	<i>Rallus aquaticus</i>	Br.III	MP	E
25	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Br.III	Ac	A
26	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Br.III	P	A
27	<i>Tadorna ferruginea</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	Mo

## “Г” (невизначені) - Додаток 1 -

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Anser brachyrhynchus</i>	Br.III/Bn.II	OI	A
2	<i>Anser fabalis</i>	Br.III/Bi.II	OI	A
3	<i>Circus macrourus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P, ?OV	Mo

“К” (недостатньо вивчені) -  
Додаток 1

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Accipiter brevipes</i>	Br.II/Bi.I	OV	M
2	<i>Acrocephalus agricola</i>	Br.II	OV	E
3	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Br.II/Bi.I	OV	M
4	<i>Acrocephalus paludicola</i>	Br.II	Ac, ?C	E
5	<i>Acrocephalus palustris</i>	Br.II	OV	E
6	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Br.II	OV	E
7	<i>Anser caerulescens</i>	Br.III	Ac	A
8	<i>Aythya marila</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	OI	A
9	<i>Bombycilla garrulus</i>	Br.II	OI, Ac	S
10	<i>Botaurus stellaris</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV, RI	Mo
11	<i>Branta bernicla</i>	Br.III	Ac	A
12	<i>Bubo bubo</i>	Br.II/Bi.I/W	S	Tr
13	<i>Bubulcus ibis</i>	Br.II	OV	I/Af
14	<i>Calidris alba</i>	Br.II /Bn.II	P	A
15	<i>Calidris canutus</i>	Br.III/Bn.II	Ac	A
16	<i>Calidris temminckii</i>	Br.II /Bn.II	P	A
17	<i>Carduelis cannabina</i>	Br.II	MP	E
18	<i>Carduelis flammea</i>	Br.II	OI	E
19	<i>Carpodacus erythrinus</i>	Br.II	OV	Tr
20	<i>Certhia brachydactyla</i>	Br.II	S	E
21	<i>Certhia familiaris</i>	Br.II	S	E
22	<i>Cettia cetti</i>	Br.II	S	M
23	<i>Charadrius asiaticus</i>	Br.III	Ac	Mo
24	<i>Charadrius lescheaulti</i>	Br.III	Ac	Mo
25	<i>Charadrius vociferus</i>	Br.III	Ac	Mo
26	<i>Chettusia gregaria</i>	Br.III	Ac	Tr
27	<i>Circus pygargus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
28	<i>Clangula hyemalis</i>	Br.III	OI	A
29	<i>Cygnus columbianus</i>	Br.II/Bi.I	Ac	A
30	<i>Dendrocopus medius</i>	Br.II/Bi.I	S	E
31	<i>Emberiza melanocephala</i>	Br.II	OV	M
32	<i>Eremophila alpestris</i>	Br.II	OI, OV	A
33	<i>Ficedula albicollis</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
34	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Br.II /Bn.II	OV	E

35	<i>Hippolais icterina</i>	Br.II	OV	E
36	<i>Hoplopterus spinosus</i>	Br.III	Ac	Mo
37	<i>Jynx torquilla</i>	Br.II	OV	Tp
38	<i>Larus hyperboreus</i>	Br.III	Ac	A
39	<i>Larus ichthyaetus</i>	Br.III /Bn.II	Ac	Mo
40	<i>Larus sabini</i>	Br.III	Ac	A
41	<i>Limnodromus griseus</i>	Br.III	Ac	S
42	<i>Limosa lapponica</i>	Br.III /Bn.II/Bi.I	Ac	A
43	<i>Locustella fluviatilis</i>	Br.II	OV	E
44	<i>Locustella naevia</i>	Br.II	OV	E
45	<i>Loxia curvirostra</i>	Br.II	S	S
46	<i>Luscinia luscinia</i>	Br.II	OV	E
47	<i>Luscinia svecica</i>	Br.II/Bi.I	P, OV	M
48	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Br.III/Bi.I	Ac	E
49	<i>Melanitta fusca</i>	Br.III	Ac	S
50	<i>Melanitta nigra</i>	Br.III/Bi.II	Ac	S
51	<i>Miliaria calandra</i>	Br.III	MP	E
52	<i>Milvus milvus</i>	Br.II/Bi.I	P	E
53	<i>Montifringilla nivalis</i>	Br.III	Ac	A
54	<i>Motacilla citreola</i>	Br.II	Ac	S
55	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	Br.II	S	S
56	<i>Numenius phaeopus</i>	Br.III /Bn.II	P	S
57	<i>Numenius tenuirostris</i>	Br.II/Bn.I/Bi.I/W	Ac	S
58	<i>Oenanthe hispanica</i>	Br.II	OV	M
59	<i>Oenanthe pleschanka</i>	Br.II	OV	Mo
60	<i>Otis tarda</i>	Br.II/Bn.II/Bi.I/W	S	Mo
61	<i>Parus lugubris</i>	Br.II	S	M
62	<i>Parus palustris</i>	Br.II	S	E
63	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Br.III	Ac	A
64	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Br.III/Bi.I	Ac	Mo
65	<i>Phylloscopus bonelli</i>	Br.II	Ac	S
66	<i>Phylloscopus collybita</i>	Br.II	OV	Tp
67	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Br.II	OV	E
68	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Br.II	P, OV	E
69	<i>Plectrophenax nivalis</i>	Br.II	OI	A
70	<i>Prunella modularis</i>	Br.II	OV, RI	E
71	<i>Regulus ignicapillus</i>	Br.II	MP	E
72	<i>Regulus regulus</i>	Br.II	MP, OI	E
73	<i>Rissa tridactyla</i>	Br.III	Ac	A
74	<i>Saxicola rubetra</i>	Br.II	OV	E
75	<i>Serinus serinus</i>	Br.II	OV	M
76	<i>Somateria mollissima</i>	Br.III/Bi.II	Ac	A
77	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Br.III	Ac	A
78	<i>Stercorarius skua</i>	Br.III	Ac	A
79	<i>Sterna paradisea</i>	Br.II/Bi.I	Ac	A
80	<i>Sturnus roseus</i>	Br.II	OV	M
81	<i>Sylvia atricapilla</i>	Br.II	OV	E
82	<i>Sylvia communis</i>	Br.II	OV	E
83	<i>Sylvia curruca</i>	Br.II	OV	E



84	<i>Sylvia nisoria</i>	Br.II/Bi.I	OV	E
85	<i>Sylvia rueppelli</i>	Br.II/Bi.I	Ac	M
86	<i>Tetrax tetrax</i>	Br.II/Bi.I	Ac	M
87	<i>Tringa hypoleucos</i>	Br.II /Bn.II	OV	Tr
88	<i>Tringa ochropus</i>	Br.II /Bn.II	P	S
89	<i>Tringa stagnatilis</i>	Br.II /Bn.II	P, OV	Mo
90	<i>Turdus philomelos</i>	Br.III	OV	E
91	<i>Turdus torquatus</i>	Br.II	OV	E
92	<i>Turdus viscivorus</i>	Br.III	MP	E
93	<i>Tyto alba</i>	Br.II/W	S	E
94	<i>Vanellochettusia leucura</i>	Br.III	OV	Mo
95	<i>Xenus cinereus</i>	Br.III/Bi.I	Ac	S

“nt” (не знаходяться під загрозою) - Додаток 1

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Br.II	OV	E
2	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Br.II	OV	E
3	<i>Aegithalos caudatus</i>	Br.II	S	Tr
4	<i>Anas acuta</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	P, OI	S
5	<i>Anas clypeata</i>	Br.III/Bi.II	P, OV	Tr
6	<i>Anas crecca</i>	Br.III/Bi.II	P, OI, OV	Tr
7	<i>Anas platyrhynchos</i>	Br.III/Bi.II	MP, OI	Tr
8	<i>Anser albifrons</i>	Br.III/Bi.II	OI	A
9	<i>Anser anser</i>	Br.III/Bi.II	MP	Mo
10	<i>Aythya ferina</i>	Br.III/Bi.II	MP	E
11	<i>Aythya fuligula</i>	Br.III/Bi.II	OI, OV	S
12	<i>Bucephala clangula</i>	Br.III	OI	S
13	<i>Calidris ferruginea</i>	Br.II /Bn.II	P	A
14	<i>Calidris minuta</i>	Br.II /Bn.II	P	A
15	<i>Carduelis carduelis</i>	Br.II	S, OI	E
16	<i>Carduelis chloris</i>	Br.II	S	E
17	<i>Carduelis spinus</i>	Br.II	MP, OI	E
18	<i>Columba palumbus</i>	Bi.II	OV, RI	E
19	<i>Cygnus cygnus</i>	Br.II/Bi.I	OI	S
20	<i>Cygnus olor</i>	Br.III	MP	E
21	<i>Emberiza citrinella</i>	Br.II	S	E
22	<i>Emberiza schoeniculus</i>	Br.II	MP	Tr
23	<i>Fringilla coelebs</i>	Br.III	MP	E
24	<i>Fringilla montifringilla</i>	Br.III	OI	S
25	<i>Fulica atra</i>	Br.III/Bi.II	MP	Tr
26	<i>Galerida cristata</i>	Br.III	S	Mo
27	<i>Gallinago gallinago</i>	Br.III/Bi.II	P, ?C	E
28	<i>Gallinula chloropus</i>	Br.III	OV	E
29	<i>Hirundo rustica</i>	Br.II	OV	Tr
30	<i>Larus ridibundus</i>	Br.III	MP	Tr
31	<i>Motacilla alba</i>	Br.II	OV	E

32	<i>Panurus biarmicus</i>	Br.II	S	Mo
33	<i>Parus caeruleus</i>	Br.II	S	E
34	<i>Parus major</i>	Br.II	S	E
35	<i>Passer montanus</i>	Br.III	S	Tr
36	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Br.III	OV, RI	Tr
37	<i>Phasianus colchicus</i>	Br.III/Bi.II	S	Ch
38	<i>Philomachus pugnax</i>	Br.III/Bi.I	P	S
39	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Br.III	S	S
40	<i>Podiceps griseigena</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
41	<i>Sterna hirundo</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
42	<i>Streptopelia decaocto</i>	Br.III	S	M
43	<i>Tringa erythropus</i>	Br.III	P	S
44	<i>Tringa nebularia</i>	Br.III	P	S
45	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Br.II	OV, RI	E
46	<i>Turdus pilaris</i>	Br.III	MP, OI	S

Види з Червоного списку  
БЗДД

№	Види	Міжнародні конвенції (Додаток 2)	Фенологія птахів в румунській частині дельти (Додаток 3)	Географічне походження (Додаток 4)
1	<i>Aquila chrysaetos</i>		S	Tr
2	<i>Aquila nipalensis</i>		Ac	Mo
3	<i>Branta leucopsis</i>			A
4	<i>Buteo rufinus</i>		P, OV	Mo
5	<i>Corvus c. cornix</i>		S	E
6	<i>Corvus frugilegus</i>		S, OI	E
7	<i>Corvus monedula</i>		S	E
8	<i>Garrulus glandarius</i>		S	E
9	<i>Falco eleonora</i>			M
10	<i>Lanius isabellinus</i>			Mo
11	<i>Larus cachinnans</i>		S	Tr
12	<i>Larus fuscus</i>		P, OI	A
13	<i>Larus marinus</i>		Ac	A
14	<i>Passer domesticus</i>		S	Tr
15	<i>Pica pica</i>		S	E
16	<i>Sturnus vulgaris</i>		MP	E

До таблиці включені умовні позначки та скорочення, які характеризують статус видів згідно з відповідними конвенціями. Крім того, в таблиці міститься інформація щодо фактичних контурів зникнення видів на території дельти:

**Br.I** = Види включені до Додатку 1 Бернської Конвенції (Види флори, що підлягають суворій охороні в Європі)

**Br.II** = Види включені до Додатку II Бернської Конвенції (Види фауни, що підлягають суворій охороні в Європі)

**Br.III** = Види включені до Додатку III Бернської Конвенції (Види фауни, що підлягають охороні в Європі)

**Vn.I** = Види включені до Додатку I Боннської Конвенції (Мігруючі види, які перебувають під загрозою зникнення)

**Vn.II** = Види включені до Додатку II Боннської Конвенції (Мігруючі види, статус яких є несприятливим, для збереження та регулювання використання яких необхідні міжнародні угоди)

**N** = Види, визначені Директивою Європейської Ради 92/43/1992 щодо збереження природних місць існування та видів дикої флори та фауни (Види, для збереження яких необхідні зони особливої охорони)

**W** = Види, включені до Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої флори та фауни (Вашингтон, 1973), яка передбачає запровадження спеціальних процедур регулювання комерційної діяльності.

**Vi.I** = Види птахів, включені до Директиви Європейської Ради 79/409 (1979) щодо збереження та охорони диких птахів (які перебувають під загрозою та потребують спеціальних захисних заходів, включаючи заборону на полювання та вилов).

**Vi.II** = Види птахів, включені до Директиви Європейської Ради 79/409 (1979) щодо збереження та охорони диких птахів (птахи, які можуть бути об'єктами полювання).

## ДОДАТОК Ж

## ПЕРЕЛІК ПРІСНОВОДНИХ ВИДІВ РИБ, ЯКІ ЗУСТРІЧАЮТЬСЯ НА ТЕРИТОРІЇ ДЕЛЬТИ (В УКРАЇНСЬКІЙ ТА РУМУНСЬКІЙ ЧАСТИНАХ), ОХОРОННИЙ СТАТУС ТА ВІДПОВІДНІ ЕКОЛОГІЧНІ АСОЦІАЦІЇ

Сімейство	Вид	Українська/ англійська назва	Стан популяції в басейні Нижнього Дунаю (1)	Стан популяції в дельті Дунаю (рукави, дельтові озера, прибережні озера) (2)	Червоний список МСОП (IUCN) (3)	ФФМІ (4)	Тип ареалу існування (5)	Тип місця харчування (6)	Репродуктивна асоціація (7)	Характер міграції (8)
1. Petromyzonidae	<i>1. Eudontomyzon mariae</i>			К		A II	Rh			P
2. Acipenseridae	<i>1. Acipenser stellatus</i>	Севрюга (stellate sturgeon)	T	V	EN	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>2. Acipenser guldenstaedti</i>	Російський осетер (Danube sturgeon)	T	V	EN	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>3. Huso huso</i>	Білуга (beluga)	T	V	EN	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>4. Acipenser ruthenus</i>	Стерлядь (sterlet)	L	E	VU	A V	Rh	B	LI	P
	<i>5. Acipenser nudiventris</i>	Шип (ship sturgeon)	EX	Ex?	CR	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>6. Acipenser sturio</i>	Атлантичний осетер (Atlantic surgeon)	EX	I	CR	A IV	Rh	B	LI	LM
3. Anguillidae	<i>1. Anguilla anguilla</i>	Вугор (eel)					Eu	B	P	LM
4. Centrarchidae	<i>1. Lepomis gibbosus</i>	Звичайний сонячний окунь (pumpkin seed)	E				L	W	I	

5. Clupeidae	1. <i>Alosa pontica</i>	Чорноморсько-азовський оселедець (pontic shad)	S	nt	DD	A II A V		W	P	LM
	2. <i>Alosa caspia nordmani</i>	Пузанок (Caspian shad)	S	nt		A II A V	Eh	W		LM
	3. <i>Alosa maeotica</i>		Vu			A II A V	?			
	4. <i>Clupeonella cultriventris</i>	Чорноморсько-каспійська тюлька (Black sea sprat)	S		DD		Eh	W		LM
6. Aterinidae	1. <i>Aterina boyeri</i>				DD		Eh	W	F	
7. Esocidae	1. <i>Esox lucius</i>	Щука (pike)	L				Eu	W	F	
8. Gadidae	1. <i>Lota lota</i>		Vu	R			Rh	B	LI	P
9. Ciprinidae	1. <i>Cyprinus carpio</i>	Короп (common carp)	T		CR		Eu	B	F	
	2. <i>Rutilus rutilus</i>	Плотва (roach)	S				Eu	BW	I	
	3. <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Червоноперка (rudd)	S				L	W	F	
	4. <i>Blicca bjoerkna</i>	Густера (silver bream)	S				Eu	B	F	
	5. <i>Alburnus alburnus</i>	Уклейка (bleak)	S				Eu	W	I	
	6. <i>Tinca tinca</i>	Линь (tench)	Vu				L	B	F	
	7. <i>Chondrostoma nasus</i>	Підуст (nase)	S	nt			Rh	B	LI	P
	8. <i>Aspius aspius</i>	Жерех (asp)	S	nt	DD	A II	Rh	W	LI	P
	9. <i>Gobio albipinatus</i>	Білоперий піскар (danubian gudgeon)	S	nt	DD	A II	Rh	B	LI	
	10. <i>Gobio kessleri antipai</i>		Vu	I			Rh	B	LI	

	<i>11. Vimba vimba</i>	Кантар (black sea bream)	S	R			Rh	B	LI	P
	<i>12. Leuciscus cephalus</i>	Головень (chub)	S				Rh	W	LI	P
	<i>13. Leuciscus idus</i>	В'язь (Ide)	S	R			Rh	W	LI	P
	<i>14. Leuciscus borystenicus</i>	Бобирець (black sea chub)	S	R	DD		L	BW	I	
	<i>15. Pelecus cultratus</i>		S	nt	DD		Rh	W		P
	<i>16. Abramis brama</i>	Лящ (bream)	S				Eu	B	I	P
	<i>17. Abramis sapa</i>	Білоглазка (White-eye bream)	S	nt			Rh	B	LI	
	<i>18. Abramis ballerus</i>		S				Rh		LI	
	<i>19. Barbus barbus</i>	Вусач (barbel)	S	R		A V	Rh	B	LI	P
	<i>20. Carassius carassius</i>	Карась (crucian carp)	S	V	LR/nt		L	B	F	
	<i>21. Leucaspis delineatus</i>	Вівсянка неповнолінійна (sunbleak)	L				L	W	F	
	<i>22. Rhodeus sericeus amarus</i>	Гірчак (bitterling)	S	nt		A II	L	W	Os	
	<i>23. Chalcalburnus chalcoides</i>		EX	Ex?	DD	A II	R?	W	LI	P
	<i>24. Carassius auratus gibelio</i>	Сріблястий карась (gibel carp)	E				Eu	BW	F	
	<i>25. Ctenopharyngodon idella</i>	Білий амур (grass carp)	E				Eu?		P	
	<i>26. Hypophthalmichthys molitrix</i>	Товстолобик (silver carp)	E				Eu?		P	

	27. <i>Aristichthys nobilis</i>	Товстолобик строкатий (big head carp)	E				Eu?		P	
	28. <i>Pseudorasbora parva</i>	Амурський чебачок (false harlequin)	E				L			
10. Cobitidae	1. <i>Cobitis taenia</i>	Щипавка (spined loach)	S	nt			A II	Eu	B	F
	2. <i>Sabanejewia aurata</i>	Щипавка золотиста (Golden loach)	L	nt	DD		A II	Eu	B	F
	3. <i>Misgurnus fossilis</i>	В'юн звичайний (weatherfish)	Vu	R	LR/nt		A II	L	B	F
11. Percidae	1. <i>Stizostedion lucioperca</i>	Судак (pikeperch)	S					Eu	W	I
	2. <i>Stizostedion volgense</i>		EX	I	DD			L	W	I
	3. <i>Perca fluviatilis</i>	Окунь (perch)	S					Eu	W	I
	4. <i>Gymnocephalus cernuus</i>	Йорж (ruffe)	S					Eu	B	I
	5. <i>Gymnocephalus baloni</i>		Vu	nt	DD		A IV	Rh	B	
	6. <i>Gymnocephalus schraetzer</i>		Vu	nt	VU		A II A V	Rh	B	LI
	7. <i>Percarina demidofii</i>							L?		
	8. <i>Zingel streber</i>		Vu	K	VU		A II	Rh	B	LI
	9. <i>Zingel zingel</i>		Vu	R	VU		A V	Rh	B	LI
12. Siluridae	1. <i>Silurus glanis</i>	Сом (wells)	L	nt				Eu	W	F
13. Syngnathidae	1. <i>Syngnathus nigrolineatus</i>	Риба-голка пухлюшока (shore pipefish)	S					L?		CrE

14. Gasterosteidae	<i>1. Pungitius platygaster</i>	Колюшка південна (ninespine stickleback)	L	nt			L?			
	<i>2. Gasterosteus aculeatus</i>	Колюшка триголкова (stickleback)	S				L			
15. Mugilidae	<i>1. Mugil cephalus</i>	Лобань (mugil sp.)		K			Eh	B	P	
	<i>2. Liza auratus</i>			K			Eh	B	P	
	<i>3. LIZA SALIENS</i>			K			Eh	B	P	
16. Salmonidae	<i>1. Salmo trutta labrax</i>		T	R					LI	LM
17. Pleuronectidae	<i>1. Platichthys flesus luscus</i>	Камбала (flounder)		R			Eh	B		
18. Gobiidae	<i>1. Neogobius melanostomus</i>		S		DD		Eu?	B	LI	
	<i>2. Neogobius fluviatilis</i>	Бичок-пісочник (monkey goby)	S	nt	DD		Eu?	B	LI	
	<i>3. Neogobius syrman</i>		S	nt	DD		Eu?	B	LI	
	<i>4. Neogobius gymnotrachelus</i>	Бичок гонець (Racer goby)	S		DD		Eu?	B	LI	
	<i>5. Neogobius kessleri</i>	Бичок головац (Kessler's goby)	S	nt			Eu?	B	LI	
	<i>6. Neogobius eurycephalus</i>		S				Eu?	B	LI	
	<i>7. Protherorhinus marmoratus</i>	Бичок-цуцик (tube-nosed goby)	S				Eu	BW	I	
	<i>8. Knipowitschia caucasicus</i>		S				L?	B	F	



	<i>9. Knipowitschia cameliae</i>			E			L?			
	<i>10. Benthofilus stellatus</i>		S				L?			
	<i>11. Benthophiloides brauneri</i>		T	Ex?			L?			
	<i>12. Zosterisessor ophiocephalus</i>		EX	Ex?						
19. Umbridae	<i>1. Umbra krameri</i>	Умбра (European mud-minnow)	L	R	VU		L	B	F	

- (1) E= Екзотичний; EX= Зниклий, T= Дуже високий рівень загрози, Vu= Уразливий, L= Малоуразливий, S= Безпечний стан, (Banarescu, 1994);
- (2) Ex= Зникліт, E= Перебувають під загрозою, V= Уразливі, R= Рідкі, I= Недостатньо інформації для включення до категорій E або V або R, K= Недостатньо вивчений, nt= Не перебуває під загрозою в даній місцевості, але перебуває під загрозою на європейському або міжнародному рівні (Otel, 2000);
- (3) Червоний список МСОП (IUCN): CR = критичний стан, EN= перебуває під загрозою, VU= уразливий, nt = стан близький до загрозового, LR= низький ризик, DD= недостатньо даних;
- (4) ФФМІ= Директива щодо охорони та захисту флори, фауни та місць існування (92/43/ЕЕС); кількість додатків: А II= Види, які є цінними на рівні ЄС; А IV= Види, що перебувають під особливою охороною; AV= види, дозволені для регульованого використання;
- (5) Rh= Реофільні; L= Лімнофільні; Eu= Види-приспосованці; (Schiemer F., & Waidbacher H., 1992; Navodaru et al., 2002; FAME consortium, 2004). Eh=Еврігалінні види, які витримують значні коливання рівнів солоності води (новий термін, який використовується у відношенні до тих видів, які мігрують між прісноводними-солонуватоводними-солонуводними водоймами)
- (6) B= Бентосні; W= Водна колонка (рибоїдні, планктоноїдні, рослиноїдні, види, що харчуються безхребетними);
- (7) Li=Літофіли; F=Фітофіли; I=Нейтральні; P=Пелагофіли; Os=Остракофіли; StE=Яйценоси ( Navodaru et.al, 2002);
- (8) P= Прісноводні мігранти; LM= Мігранти на далекі відстані (FAME consortium, 2004)

## ДОДАТОК И

### ПЕРЕЛІК ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДІЛЯНОК МОРСЬКОЇ ЗОНИ БЗДД, ЯКІ МАЮТЬ ЗАГАЛЬНОЄВРОПЕЙСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ЯК МІСЦЯ ІСНУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ФЛОРИ ТА ФАУНИ

#### 1110 Піщані відмілі, які постійно вкриті мілким шаром морської води

#### 1110-1 Лучні масиви морської трави (*Zostera*), яка росте на мулистих та піскових відкладах

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 11.31. Атлантичні луки морської трави узморнику (*Zosterion marinae: Zosteretum marinae*): Масиви морської трави узморнику переважно формуються видом *Zostera marina* та зазвичай розвиваються в межах приливно-відливної зони на глибині біля 10 метрів в водах Атлантичного океану, Північного моря, Балтійського моря, Баренцового моря, Баффінової затоки та Лабрадурського моря.

PAL.CLASS.: 11.333. Формації [*Zostera marina*] та [*Zostera noltii*] на узбережжі Чорного моря. Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності):

*Zosteretum marinae* Borgesen ex van Goor 1921; *Zosteretum noltii* Harmsen 1936; *Zannichellietum pedicellatae* Den Hartog 1958.

Розповсюдження: затоки Затон, Сахалін та Мусура (Zäton, Sacalin, Musura).

Площа: <1 км<sup>2</sup>.

Структура: Мілкі піски товщею 1 - 20 м з достатньо високим рівнем седиментаційної стабільності та вмістом мулу на рівні 5 - 10%.

Індикаторні види: *Zostera marina*, *Z. noltii* та *Zanichellia pedicellata*, які утворюють моновидові або змішані підводні луки в межах тихих заток на глибинах до 4 метрів, де умови седиментаційної стабільності призводять до незначного замулення піскових мас.

Типові представники фауни: молюски *Tellina tenuis*, *Loripes lacteus*, *Lucinella divaricata*, *Solen marginatus*, ракоподібні *Upogebia pusilla*, *Carcinus aestuarii* та риби *Zosterisessor ophiocephalus*, *Nerophis ophidion*, *Hippocampus*.

Природоохоронна цінність: дуже висока.

Флора: На морських ділянках дельти Дунаю в складі рослинних асоціацій можуть бути присутні такі види як *Ruppia maritima*, *Potamogeton pectinatus*, *Najas minor* та *Ranunculus baudotii*.

Вибрані літературні джерела: Peres & Picard, 1964; Băcescu et al., 1971; Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27., Zaharia et. al., 2008

#### 1110-2 Намивні дюни, сформовані середньозернистими пісками

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 11.125. Банки та мілководдя: мілкий шар води, який укриває постійно занурені підвищені ділянки морського дна на континентальному шельфі (банки, мілководдя або перекасти).

Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності): немає.

Розповсюдження: район острова Сахалін, розташованого на вході до гирла рукаву Святого Георгія, а також новоутворений піщаний бар, який поступово закриває затоку Мусура (Musura Bay).

Площа: <100 км<sup>2</sup>.

Структура: Середньозернисті (200-400 мкм) рухливі піски, які під дією сильних течій та хвиль утворюють бари та/або намивні коси, розташовані паралельно до берегової лінії. З часом, коли пісок накопичується в значній кількості, намивні дюни можуть утворювати плавучі острови або стаціонарні піщані бари.

Індикаторні види: Видовий склад фауни дуже змінюється в часі та просторі в умовах седиментаційної нестабільності. Рівень біорізноманіття є низьким, але загальна чисельність організмів кожного з присутніх видів може бути дуже високою.

Природоохоронна цінність: помірна.

Флора: відсутня.

Вибрані літературні джерела: Bensestitti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, Zaharia et. al., 2008

### **1110-7 "Камкові" ділянки в гирлах Дунайських рукавів**

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 11.125. Банки та мілководдя: мілкий шар води, який укриває постійно занурені підвищені ділянки морського дна на континентальному шельфі (банки, мілководдя або перекасти).

Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності): немає.

Розповсюдження: Такі ділянки існують в мілководних тихих затоках, утворених вздовж берегової лінії дельти.

Площа: <1 км<sup>2</sup>.

Структура: "Камкові" ділянки сформовані щільною масою відмерлого рослинного матеріалу континентального походження, в складі якого переважають залишки рослинності групи *Phragmites*, які повільно розкладаються.

Індикаторні види: Застійні явища та процес повільного розкладання органічних матеріалів призводять до дефіциту кисню, і в таких умовах розвиваються специфічні фауністичні угруповання, до складу яких входять багатощетинкові хробаки, нематоди та деякі види бокоплавів.

Природоохоронна цінність: низька.

Флора: Відсутня

Вибрані літературні джерела: Băcescu et al., 1971; Micu et al., 2007, Zaharia et. al., 2008

### **1130 Естуарії (лимани)**

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 13.2. Естуарії (лимани): Розширені ділянки річок, які утворюються в місці їхнього впадіння до моря. Більш детальне визначення окремих ділянок естуаріїв може бути забезпечене шляхом об'єднання частин префіксного коду 11 з кодами відповідних фізико-географічних підрозділів групи 13.2. В багатьох випадках естуарії річок, як формуються в результаті акумуляції наносів в гирлових створах, складаються з кількох рукавів або русел.

Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності): *Phragmitetum australis* (Gams, 1927) Schmale, 1939.

Розповсюдження: Гирлові створи рукавів Дунаю та прилягаючі ділянки моря до ізобати 20 м, які зазнають значного впливу в результаті надходження прісноводного річкового стоку, є естуаріями.

Площа: >100 км<sup>2</sup>.

Структура: Те, що колись було старим естуарієм Дунаю, зараз повністю укрите відкладами та наносами, які формують сучасну дельту Дунаю. Отже, зона естуарію (тобто зона змішування прісних та солоних вод) з притаманними їй процесами та біоценозами зараз охоплює гирлові створи рукавів Дунаю (являючи собою солоноводний клиноподібний тип естуарію) та сусідні прибережні ділянки Чорного моря до ізобати 20 м. В періоди проходження повеневого стоку межі зони естуарію можуть бути значно розширені. Цей тип ареалу існування включає всі шари літоральної зони та є місцем існування специфічних рослинно-тваринних комплексів.

Індикаторні види: молюски *Abra segmentum*, *Cerastoderma glaucum*, *Mya arenaria*, *Hydrobia* ssp., багатощетинкові хробаки *Hediste diversicolor*, *Capitella capitata*, ракоподібні *Corophium* sp., *Dikerogammarus* sp.

Природоохоронна цінність: висока.

Флора: Болотні види (гелофити).

Вибрані літературні джерела: Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008

#### **1400 Мулисті та піщані смуги морського берегу, які періодично заливаються морською водою та лишаються відкритими під час відливу**

Цей тип ареалів існування також включає верхньо- та середньо-літоральні зони, які присутні у всіх морях. У випадку морів з дуже малою приливною амплітудою (біля 0.3 м), таких як Балтійське море, Середземне море та Чорне море, цей тип ареалу існування охоплює верхню та середню літоральні зони піщаних морських берегів, які є досить вузькими і не утворюють широких приливних смуг, які є характерними для берегів Атлантики.

1140-1 Верхні літоральні піски з присутніми або відсутніми лініями дрейфового руху

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 14. Міжприливні та літоральні смуги: широкі, плоскі або майже плоскі поверхні піщаних, мулистих або кам'яних смуг, які простягаються вздовж берегів океанів, пов'язаних з ними морів та заток, та залишаються вкритими водою під час кожного приливної явища або протягом частини річного гідрологічного циклу, на яких відсутня будь-яка наземна судинна рослинність. Вони є дуже важливими місцями харчування водно-болотних птахів. Різноманітні угруповання безхребетних та водоростей, пов'язаних з цими між-приливними смугами, можуть бути визначені більш чітко в рамках окремих підрозділів груп 11.27-11.2A; угруповання, сформовані морськими квітковими видами рослин, які можуть залишатись відкритими протягом кількох годин під час кожного приливно-відливної явища, можуть бути визначені в рамках групи 11.3; рослинність постійних солонуватоводних водойм може бути визначена в рамках групи 11.4.

Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності): немає.

Розповсюдження: Всі піщані узбережжя моря в межах БЗДД.

Площа: < 100 км<sup>2</sup>, постійно змінюється.

Структура: Ділянки морського узбережжя, які заливаються морською водою тільки під час штормів. На цих ділянках можуть залишатись різні плаваючі та винесені на берег уламки та матеріали рослинного походження (стовбури дерев, уламки деревини, частки наземної та прісноводної рослинності, листя, водорості), труп тварин, сміття, а також фрагменти морського планктону у вигляді щільної піни.

Індикаторні види: Фауна цих ділянок переважно складається з комах та ракоподібних (рівноногих та бокоплавів).

Природоохоронна цінність: помірна.

Флора: Відсутня.

Вибрані літературні джерела: Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008

#### **1150 Прибережні лагуни**

##### **1150-1 Лагуни середземноморського типу**

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 21. Прибережні лагуни: водойми з солоною або дуже солоною водою, розташовані біля океанів та пов'язаних з ними морів. Ці водойми в багатьох випадках формуються на місці морських бухт, які поступово відрізаються від моря в результаті утворення більш-менш значних фізичних перепон у вигляді піщаних/мулистих барів та кіс в горловинах цих бухт. Присутні рослинно-тваринні комплекси, представлені угрупованнями морських рослин та бентосних безхребетних видів можуть бути охарактеризовані за

допомогою комбінацій індивідуальних кодів, присвоєних окремим підрозділам груп 11.2, 11.3 та 11.4, у поєднанні з кодами відповідних фізико-географічних підрозділів групи 21; присутні бентосні угруповання аталасського типу також можуть бути охарактеризовані за допомогою кодових імен груп 23.12, 23.13 чи 23.14, а для визначення занурених або плаваючих макрофітів аталасського типу можуть бути використані кодові імена групи 23.2.

Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності): *Ruppium maritima* (Nacquette 1927) Iversen 1934; *Potametum pectinati* Carstensen 1955, *Phragmitetum australis* (Gams, 1927) Schmale, 1939, *Typhetum latifoliae* Soó 1927.

Розповсюдження: На румунському узбережжі цей тип ареалу існування представлений затокою Сінос та (Sinoe Lagoon) та озером Затон (Lake Zăton).

Площа: 17.150 га

Структура: Рівні солоності є дуже мінливими, межа між прісними та солоними водами може мінятися кілька разів протягом доби в залежності від напрямку вітру.

Індикаторні види: Місцева фауна включає специфічні види риб (*Percarina demidoffi*, *Pelecus cultratus*, *Mugil sp.*, *Liza sp.*, *Alosa sp.*), плазунів (*Emys orbicularis*, *Natrix tessellata*), та птахів.

Природоохоронна цінність: дуже висока.

Флора: Рослинність навколишніх водно-болотних угідь складається з рослинних угруповань *Salicornia herbacea*, *Sueda maritima*, *Carex sp.*, *Scirpus maritimus* та злаків.

Вибрані літературні джерела: Peres & Picard, 1964; Băcescu et al., 1971; Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008

## **1160 Великі мілкі бухти та затоки**

### **1160-1 Мілководні закриті піщано-мулисті ділянки**

Прив'язка до Європейських систем класифікації (Палеарктичні ареали):

PAL.CLASS.: 12. Морські бухти та інші форми рельєфу прибережного шельфу: затоки та вузькі протоки уздовж берегів океанів та пов'язаних з ними морів, включаючи морські затоки, фіорди, рісові ділянки та проливи – за виключенням естуаріїв та лиманів. Більш детальне визначення окремих ділянок, які відносяться до цього типу ареалів існування, може бути забезпечене шляхом об'єднання частин кодових імен групи 11 з кодами відповідних фізико-географічних підрозділів групи 12.

Прив'язка до відповідних рослинних угруповань (у разі необхідності): *Najadatum marinae* Fukarek 1961; *Zosteretum marinae* Borgesen ex van Goor 1921; *Zosteretum noltii* Harmsen 1936; *Zannichellietum pedicellatae* Den Hartog 1958.

Розповсюдження: На румунському узбережжі Чорного моря цей тип ареалу існування представлений такими фізико-географічними одиницями як затоки Мусура та Сахалін (Musura and Sacalin).

Площа:  $\approx 100 \text{ км}^2$

Структура: Піщані ділянки тихих закритих заток глибиною не більше 3 м. Мулисті піски, присутні на цих ділянках, забезпечують добрі умови для розвитку багатой та різноманітної флори і фауни, до складу якої входять як морські, так і солонуватоводні види.

Природоохоронна цінність: висока.

Флора: *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Zannichellia pedicellata*, *Najas marina*.

Вибрані літературні джерела: Peres & Picard, 1964; Bensettiti et al., 2004; Micu et al. 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008. -

- Макрозообентос

Район вивчення фауни морського бентосу та безхребетних розташований в північній частині румунського узбережжя Чорного моря, включаючи мілководні ділянки узмор'я, сформовані перед гирлами рукавів Дунаю – від рукаву Суліна до рукаву Святого Георгія – з глибиною від 5 м до 20 м. В рамках даного дослідження видового складу бентосної фауни було виявлено 43 види макрозообентосу.

**Перелік видів бентосної фауни, виявлених на мілководних ділянках узмор'я перед гирлами рукавів Дунаю (рукави Суліна – Святого Георгія)**

**POLYCHAETA**

*Protodryllus flavocapitatus*  
*Capitomastus minimus* LANGRH.  
*Heteromastus filicornis*  
*Harmothoe reticulata* CLAP.  
*Melinna palmata* GRUBE  
*Nephtys hombergii* AUD. Et M. - EDW.  
*Ph.tuberculata* Bobr.  
*Nereis diversicolor* O.F.M.  
*N. zonata* MALMGR.  
*Neanthes succinea* LEUCK.  
*Nerine cirratulus*(DELLE-CHIAJE)

*Mysta picta*

*Pectinaria koreni*

*Spio filicornis* (O.F.M)

*Polydora cornuta* JOHNST.)

*Pygospio elegans* CLAP.

*Prionospio cirrifera* WIREN

*Exogone gemmifera* PAGENST.

*Capitella capitata* FABR.

**TURBELLARIATA**

*Leptoplana tremellaris*(O.F.M)

**MOLLUSCA**

**GASTROPODA**

*Cyclope neritea* (L) syn.

*Hydrobia ventrosa* (MONTAGU)

*Nassarius reticulatus* (L.)

*Retusa truncatula* Bruguiere

*Rissoa splendida* Eichwald

*Odostomia rissoides*

**LAMELLIBRANCHIA**

*Cardium edule lamarki* REEVE

*Lentidium mediterraneum* (COSTA)

*Mya arenaria*

*Mytilus galloprovincialis* LAM.

*Spisula subtruncata* (RENIER)

*Anadara inaequalis* Bruguiere

**CRUSTACEA**

*Balanus improvisus* DARWIN

*Iphinoe maeotica* (SOV.)

*I. elisae*

*Ampelisca diadema* COSTA

*Stenothoe monoculoides*

*Corophium runcicorne* D.-V.

*Microdeutopus gryllotalpa*

*Phtysica marina*

*Crangon crangon* (L)

*Rhytropsanopus harisii tridentatus*.

**ДОДАТОК К**  
**ПЕРЕЛІК ТА ОПИС ОБ'ЄКТІВ NATURA 2000 В РУМУНСЬКІЙ ЧАСТИНІ ДЕЛЬТИ**  
**ДУНАЮ**

Дельта Дунаю є невід'ємною частиною Європейської екологічної мережі Natura 2000 в Румунії та перекривається на рівні дельти Дунаю такими спеціальними зонами охорони (SPA) та місцями, що мають значення для спільноти (SCI), створеними в рамках директиви про існування (92/43/CE) та птахів (79/409/CE):

No	Name of SCI	Code	Surface of SCI (ha)	Biogeographical Region
1.	Delta Dunării	ROSCI0065	453.645,5	49,8% Steppe and 50,2 <sup>^</sup> Pontic
2.	Delta Dunării – zona marină	ROSCI0066	336.200,2	100% Black Sea marine area
No	Name of SPA	Code	Surface of SCI (ha)	Biogeographical Region
3.	Delta Dunării și Complexul Razim-Sinoie	ROSPA0031	508.302,3	44,74% Steppe and 55,26% Pontic

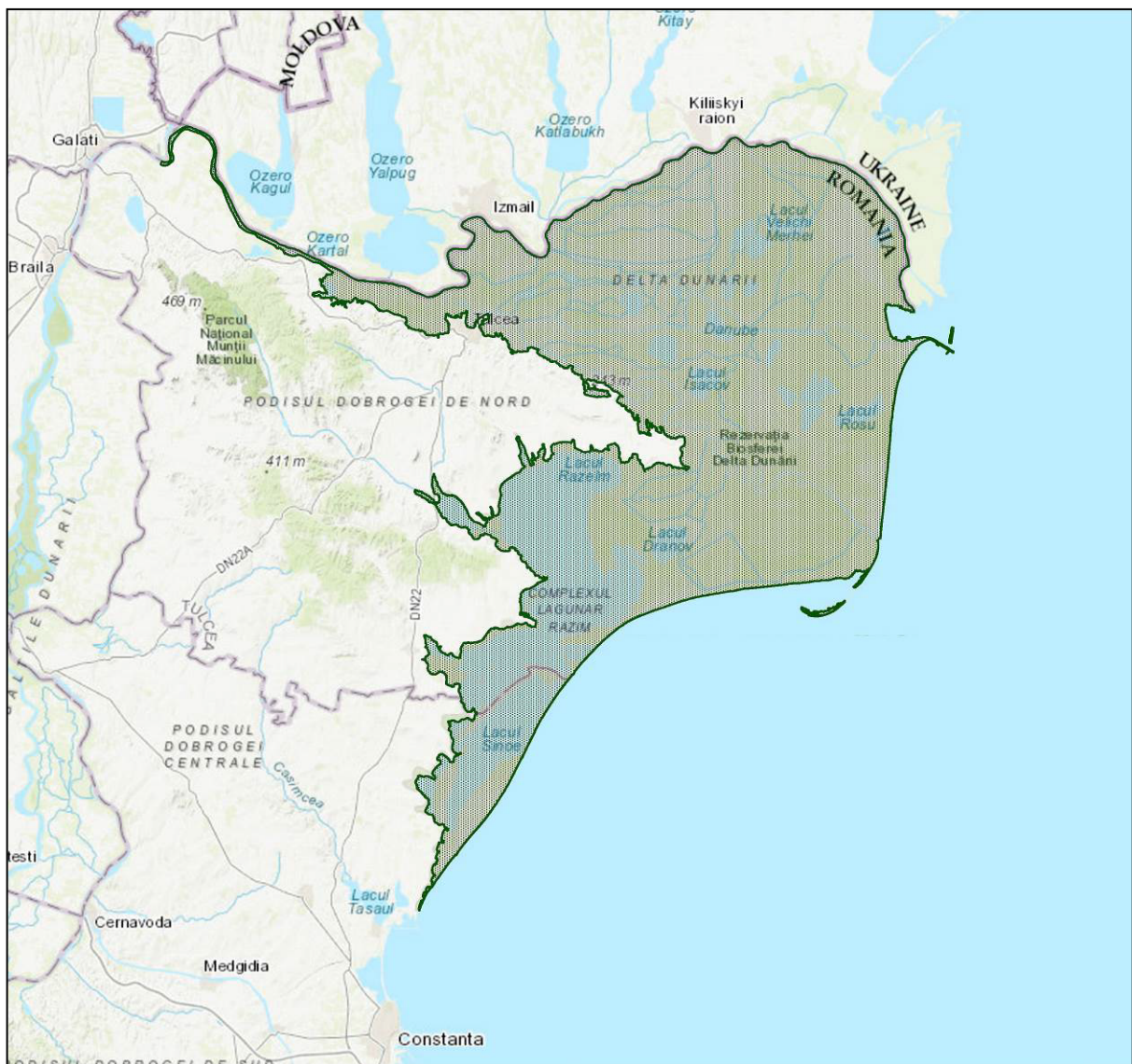
Дельта Дунаю – це територія від першого відгалуження Дунаю (Кілійський Чатал), обмежена на сході узбережжям Чорного моря, на півночі – рукавом Кілійський та на півдні – озерним комплексом Разім-Сіної. Сама дельта Дунаю є найбільшим компонентом ділянки і має загальну площу близько 4 178 км<sup>2</sup>, з яких в Румунії знаходиться 3 510 км<sup>2</sup>, що становить близько 82%. Решта розташована на лівій стороні Кілійського рукава, включаючи його вторинну дельту, в Україні. Беручи до уваги генезис, гіпсометрію, водні відносини між рукавами Дунаю та внутрішніми районами, кліматичні відмінності та мінливість ландшафту, в дельті Дунаю можна виділити два великих сектори – дельту річки та дельту річка-море. Дельта річки – найстаріша частина дельтового простору, який утворився в колишній Дунайській затоці. Його головна особливість – відносно велика поверхня річкових хребтів, у той час як області депресій менші та з великою кількістю озер (також невеликих за розміром), які в значній мірі забиті. Річкова-приморська дельта проходить між гребенем морських хребтів Летеа – Караорман – Красніколь на заході та морським берегом на сході. Він включає в себе, крім морських хребтів Летеа, Караорман та Серетуріле, важливий озерний комплекс (Роуц-Пуйу) та зазнає істотних змін в контакті з Чорним морем. На південь від самої Дельти він тягнеться до мису, лагунного комплексу Разім-Сіної. Велика частина комплексу являє собою область западини (стара затока Халміріс), спочатку займану морем, а потім розділену на дві частини шляхом формування шнурів та балок. За останні десятиліття комплекс зазнав великих змін внаслідок діяльності людини, перетворившись у резервуар з прісною водою для постачання навколишніх іригаційних систем. На захід від Тульчі, між течією Дунаю та кордоном континентального шельфу до Котул-Пісічі, знаходиться придельтова зона, що включає природні та напівприродні водно-болотні угіддя та сільськогосподарські угіддя.

### **ROSCI0065 Дельта Дунаю**

ROSCI0065 “Дельта Дунаю” (рис. 1) призначений для збереження видів/оселищ, що становлять інтерес для Співтовариства:

– 29 природних типів оселищ (habitats) (табл. 1), що становлять інтерес для спільноти, з яких 8 оселищ пріоритетного інтересу (табл. 2) (71,24% поверхні ROSCI0065 займають оселища Natura 2000);

– види, перелічені в Додатку II до Директиви Ради 92/43/ЄС: 5 видів рослин (табл. 3) та 36 видів тварин (9 видів безхребетних, 15 видів риб, 2 види земноводних, 3 види плазунів, 7 видів ссавців) (табл. 4).



**Площа 453645,5 га**

**Рисунок 1. Територія об’єкта Європейської екологічної мережі Natura 2000 “Дельта Дунаю”**



Таблиця 1 – Типи оселищ ((habitats), представлені на сайті ROSCI0065

Код	Назва	
	Українська	Англійська
1110	Піщані прибережні обмілини, що постійно вкриті незначним шаром морської води	Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time
1150	Узбережні лагуни	Coastal lagoons
1210	Однорічна рослинність лінії прибою	Annual vegetation of drift lines
1310	<i>Salicornia</i> та інші однорічники, які колонізують ділянки, де накопичується мул та пісок	<i>Salicornia</i> and other annuals colonizing mud and sand
1410	Середземноморські засолені луки ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	Mediterranean salt meadows ( <i>Juncetalia maritimi</i> )
1530	Панонські засолені степи та засолені болота (марші)	Pannonic salt steppes and salt marshes
2110	Початкові стадії рухомих дюн	Embryonic shifting dunes
2130	Стабільні узбережні дюни з трав'яною рослинністю ('сірі дюни')	Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation ('grey dunes')
2160	Дюни з <i>Hippophaë rhamnoides</i>	Dunes with <i>Hippophaë rhamnoides</i>
2190	Вологі міждюнні улоговини	<a href="#">Humid dune slacks</a>
3130	Оліготрофні до мезотрофних непроточні (стрічкові) водойми з рослинністю <i>Littorelletea uniflorae</i> та/або <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of the <i>Littorelletea uniflorae</i> and/or of the <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>
3140	Оліго-мезотрофні водойми з твердою (жорсткою) водою та бентосною рослинністю <i>Chara</i> spp	Hard oligo-mesotrophic waters with benthic vegetation of <i>Chara</i> spp
3150	Природні евтрофні озера з рослинністю типу <i>Magnopotamion</i> або <i>Hydrocharition</i>	Natural eutrophic lakes with <i>Magnopotamion</i> or <i>Hydrocharition</i> -type vegetation
3160	Природні дистрофні озера та стави	Natural dystrophic lakes and ponds
3260	Водотоки від рівнинних до монтанних поясів з рослинністю <i>Ranunculion fluitantis</i> та <i>Callitricho-Batrachion</i>	Water courses of plain to montane levels with the <i>Ranunculion fluitantis</i> and <i>Callitricho-Batrachion</i> vegetation
3270	Мулисті береги річок з рослинністю <i>Chenopodion rubri</i> p.p. та <i>Bidention</i> p.p.	Rivers with muddy banks with <i>Chenopodion rubri</i> pp and <i>Bidention</i> pp vegetation
40C0	Понтично-сарматські листопадні зарості	Ponto-Sarmatic deciduous thickets
6120	Трав'яні угруповання на сухих карбонатних пісках	Xeric sand calcareous grasslands
62C0	Понтично-сарматські степи	Ponto-Sarmatic steppes
6410	Луки з <i>Molinia</i> на вапнякових, торф'яних або глинисто-мулових ґрунтах ( <i>Molinion caeruleae</i> )	<a href="#">Molinia meadows on calcareous, peaty or clayey-silt-laden soils (<i>Molinion caeruleae</i>)</a>
6420	Середземноморські вологі високотравні угруповання <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Mediterranean tall humid grasslands of the <i>Molinio-Holoschoenion</i>
6430	Гідрофільні прибережні високотравні угруповання рівнин і від монтанного до альпійського висотних поясів	<a href="#">Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels</a>
6440	Алювіальні луки річкових долин <i>Cnidion dubii</i>	Alluvial meadows of river valleys of the <i>Cnidion dubii</i>
6510	Низинні викошувані луки ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )	Lowland hay meadows ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
7210	Активні верхові (оліготрофні) болота	Calcareous fens with <i>Cladium mariscus</i> and species of the Caricion davallianae
91AA	Східні дубові ліси з <i>Quercus alba</i>	Eastern white oak woods
91F0	Прибережні мішані ліси з <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> та <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus</i>	Riparian mixed forests of <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> and <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus</i>

	<i>excelsior</i> або <i>Fraxinus angustifolia</i> вздовж великих річок ( <i>Ulmion minoris</i> )	<i>excelsior</i> or <i>Fraxinus angustifolia</i> , along the great rivers ( <i>Ulmion minoris</i> )
92A0	Галерейні ліси з <i>Salix alba</i> та <i>Populus alba</i>	<i>Salix alba</i> and <i>Populus alba</i> galleries
92D0	Південні прибережні річкові галереї та зарості ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> та <i>Securinegion tinctoriae</i> )	Southern riparian galleries and thickets ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> and <i>Securinegion tinctoriae</i> )

Таблиця 2 – Пріоритетні типи оселищ (habitats) сайту ROSCI0065

Код	Назва	
	Українська	Англійська
1150	Узбережні лагуни	Coastal lagoons
1530	Панонські засолені степи та засолені болота (марші)	Pannonic salt steppes and salt marshes
2130	Стабільні узбережні дюни з трав'яною рослинністю ('сірі дюни')	Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation ('grey dunes')
40C0	Понтично-сарматські листопадні зарості	Ponto-Sarmatic deciduous thickets
6120	Трав'яні угруповання на сухих карбонатних пісках	Xeric sand calcareous grasslands
62C0	Понтично-сарматські степи	Ponto-Sarmatic steppes
7210	Активні верхові (оліготрофні) болота	Calcareous fens with <i>Cladium mariscus</i> and species of the Caricion davallianae
91AA	Східні дубові ліси з <i>Quercus alba</i>	Eastern white oak woods

Таблиця 3 – Таксономічний склад видів флори сайту ROSCI0065, перелічених у Додатку II Директиви 92/43/ЄЕС

Вид			Охоронний статус	
Група	Код	Назва	Red List IUCN	European Red List
<b>Клас ПАПОРОТЕВИДНІ (POLYPODIOPSIDA)</b>				
Порядок Сальвінієві ( <a href="#">Salviniales</a> )				
Родина Марсилієві ( <a href="#">Marsileaceae</a> )				
P	1428	<i>Marsilea quadrifolia</i> Марсилія чотирилиста	LC	VU
<b>ПОКРИТОНАСІННІ (ANGIOSPERMAE)</b>				
Клас Дводольні ( <a href="#">Magnoliopsida</a> )				
Родина Айстрові ( <a href="#">Asteraceae</a> )				
P	2253	<i>Centaurea jankaе</i> Волошка джанки	–	VU
P	2255	<i>Centaurea pontica</i> Волошка понтійська	–	DD
Родина Шорстколисті ( <a href="#">Boraginaceae</a> )				
P	4067	<i>Echium russicum</i> Синяк російський (Синяк червоний)	–	LC
Родина Росичкові ( <a href="#">Droseraceae</a> )				
P	1516	<i>Aldrovanda vesiculosa</i> Альдрованда пухирчаста	EN	DD

**Примітки:** Охоронний статус. Категорії Red List IUCN та Red List European: EN – під загрозою вимирання, VU – уразливий, LC – найменший ризик, DD – не достатньо даних.

Таблиця 4 Таксономічний склад видів фауни сайту ROSCI0065, перелічених у Додатку II Директиви 92/43/ЄЕС

Вид			Охоронний статус	
Група	Код	Назва	Red List IUCN	European Red List
<b>БЕЗХРЕБЕТНІ (INVERTEBRATES)</b>				
<b>Тип МОЛЮСКИ (MOLLUSCA)</b>				
<b>Клас ЧЕРЕВОНОГІ (GASTROPODA)</b>				
<b>Ряд Легеневі равлики (Pulmonata)</b>				
<b>Родина Котушки (Planorbidae)</b>				
I	4056	<i>Anisus vorticulus</i> Котушка загорнута безкилева	NT	NT
<b>Клас КОМАХИ (INSECTA)</b>				
<b>Ряд Твердокрилі (Coleoptera)</b>				
<b>Родина Плавунцеві (Dytiscidae)</b>				
I	1082	<i>Graphoderus bilineatus</i> Плавунець дволінійний	VU	-
<b>Родина Вусачі (Cerambycidae)</b>				
I	1089	<i>Morimus funereus</i> Морімуc темний	VU	-
<b>Ряд Лускокрилі (Lepidoptera)</b>				
<b>Родина Совки (Noctuidae)</b>				
I	4027	<i>Arytrura musculus</i> Совка мишоподібна	LC	-
<b>Родина Червиці (Cossidae)</b>				
I	4028	<i>Catopta thrips</i> Червиця трибс	-	-
<b>Родина Біланові (Pieridae)</b>				
I	4036	<i>Leptidea morsei</i> Білюшок Морзе	-	NT
<b>Родина Синявцеві (Lycaenidae)</b>				
I	1060	<i>Lycaena dispar</i> Дукачик непарний, червінець непарний	NT	LC
<b>Ряд Бабки (Odonata)</b>				
<b>Родина Стрілки (Coenagrionidae)</b>				
I	4045	<i>Coenagrion ornatum</i> Стрілка прикрашена	LC	NT
<b>Родина Дідки (Gomphidae)</b>				
I	1037	<i>Ophiogomphus cecilia</i> Дідок рогатий	LC	LC
<b>Тип ХОРДОВІ (CHORDATA)</b>				
<b>Надклас РИБИ (PISCES)</b>				
<b>Клас ПРОМЕНЕПЕРІ (ACTINOPTERYGII)</b>				
<b>Інфраклас Костисті риби (Teleostei)</b>				
<b>Ряд Оселедцеподібні (Clupeiformes)</b>				
<b>Родина Оселедцеві (Clupeidae)</b>				
F	4125	<i>Alosa immaculate</i> Оселедець чорноморський	VU	VU
F	4127	<i>Alosa tanaica</i> Пузанок азовський	LC	LC
<b>Ряд Лососеподібні (Salmoniformes)</b>				

<b>Родина Умброві (Umbridae)</b>				
F	2011	<i>Umbra krameri</i> Умбра звичайна	VU	VU
<b>Ряд Коропоподібні (Cypriniformes)</b>				
<b>Родина Коропові (Cyprinidae)</b>				
F	1130	<i>Aspius aspius</i> Білизна звичайна	LC	LC
F	1124	<i>Gobio albipinnatus</i> Пічкур білоперий	LC	LC
F	2511	<i>Gobio kessleri</i> Пічкур-білопер дністровський	LC	LC
F	2522	<i>Pelecus cultratus</i> Чехоня	LC	LC
F	1134	<i>Rhodeus sericeus amarus</i> Гірчак європейський	LC	LC
<b>Родина В'юнові (Cobitidae)</b>				
F	1149	<i>Cobitis taenia</i> Щипавка звичайна	LC	LC
F	1146	<i>Sabanejewia aurata</i> Щипавка золотиста	LC	LC
F	1145	<i>Misgurnus fossilis</i> В'юн звичайний	LC	LC
<b>Ряд Окунеподібні (Perciformes)</b>				
<b>Родина Окуневі (Percidae)</b>				
F	2555	<i>Gymnocephalus baloni</i> Йорж Балона	LC	LC
F	1157	<i>Gymnocephalus schraetzer</i> Йорж смугастий	LC	LC
F	1160	<i>Zingel streber</i> Чіп малий	LC	LC
F	1159	<i>Zingel zingel</i> Чіп звичайний	LC	LC
<b>Клас ЗЕМНОВОДНІ (AMPHIBIA)</b>				
<b>Ряд Хвостаті (Caudata)</b>				
<b>Родина Саламандрові (Salamandridae)</b>				
A	1993	<i>Triturus dobrogicus</i> Тритон дунайський	NT	NT
<b>Ряд Безхвості (Anura)</b>				
<b>Родина Кумкові (Bombinatoridae)</b>				
A	1188	<i>Bombina bombina</i> Кумка червоночерева	LC	LC
<b>Клас ПЛАЗУНИ (REPTILIA)</b>				
<b>Ряд Черепахи (Testudines)</b>				
<b>Родина Прісноводні черепахи (Emydidae)</b>				
R	1220	<i>Emys orbicularis</i> Європейська болотна черепаха	NT	NT
R	1219	<i>Testudo graeca</i> Черепаха грецька	VU	VU
<b>Ряд Лускаті (Squamata)</b>				
<b>Інфраряд Змії (Serpentes)</b>				
<b>Родина Гадюкові (Viperidae)</b>				
R	1298	<i>Vipera ursinii</i>	VU	VU

		Гадюка степова		
<b>Клас ССАВЦІ (MAMMALIA)</b>				
<b>Надряд Гризуни (Rodentia)</b>				
<b>Ряд Мишоподібні (Muriformes)</b>				
<b>Родина Боброві (Castoridae)</b>				
M	1337	<i>Castor fiber</i> Бобер європейський, або річковий	LC	LC
<b>Родина Хом'якові (Cricetidae)</b>				
M	2609	<i>Mesocricetus newtoni</i> Хом'як Ньютона	LC	NT
<b>Родина Вивіркові (Sciuridae)</b>				
M	1335	<a href="#"><i>Spermophilus citellus</i></a> Ховрах європейський	VU	VU
<b>Ряд Хижі (Carnivora)</b>				
<b>Родина Куницеві (Mustelidae)</b>				
M	1355	<i>Lutra lutra</i> Видра річкова	NT	NT
M	2633	<i>Mustela eversmanii</i> Тхір степовий	LC	LC
M	1356	<i>Mustela lutreola</i> Норка європейська	CR	EN
M	2635	<i>Vormela peregusna</i> Перегузня звичайна	VU	VU

**Примітки:** Охоронний статус. Категорії Red List IUCN та Red List European: CR – на межі зникнення, EN – під загрозою вимирання, VU – уразливий, NT – близький до загрозливого, LC – найменший ризик.

### Екологічні особливості біоти

Несприятливий охоронний статус мають 2 види флори: Red List: VU (уразливий) – марсилія чотирилиста (*Marsilea quadrifolia*), волошка джанки (*Centaurea jankae*) та 14 видів фауни: European Red List: EN (під загрозою вимирання) – норка європейська (*Mustela lutreola*); VU (уразливий) – оселедець чорноморський (*Alosa immaculate*), умбра звичайна (*Umbra krameri*), черепаха грецька (*Testudo graeca*), гадюка степова (*Vipera ursinii*), ховрах європейський ([\*Spermophilus citellus\*](#)), перегузня звичайна (*Vormela peregusna*), NT (близький до загрозливого) – котушка загорнута безкилева (*Anisus vorticulus*), білюшок Морзе (*Leptidea morsei*), стрілка прикрашена (*Coenagrion ornatum*), тритон дунайський (*Triturus dobrogicus*), європейська болотна черепаха (*Emys orbicularis*), хом'як Ньютона (*Mesocricetus newtoni*), видра річкова (*Lutra lutra*).

### Вплив зміни водності на біоту

Зміна водності, ймовірно, може мати вплив на стан оселищ: 1110, 1150, 1210, 1310, 1410, 1530, 2190, 3130, 3150, 3260, 3270, 6420, 6440, 6510, 91F0, 92D0.

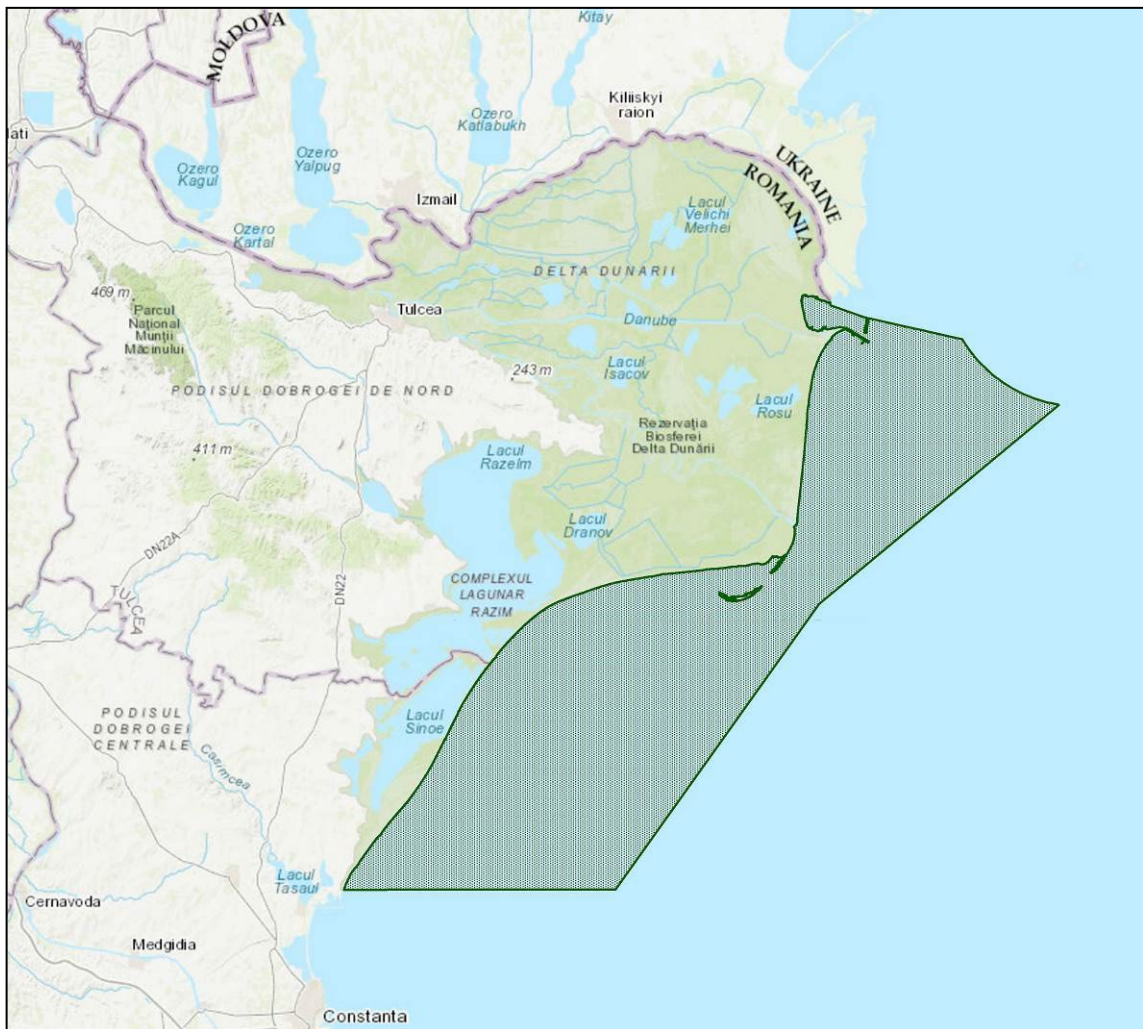


Зміна водності, ймовірно, може мати вплив на стан ділянок нерестилищ і, відповідно, на чисельність популяцій видів іхтіофауни. Також можливий вплив на стан популяції тритона дунайського (*Triturus dobrogicus*) та бобра європейського (*Castor fiber*).

### **ROSCI0066 Дельта Дунаю – морський район**

ROSCI0066 “Дельта Дунаю – морський район” (рис. 2) призначений для збереження видів/оселищ, що становлять інтерес для Співтовариства:

- 4 природні типи оселищ (habitats) (табл. 5), що являють інтерес для спільноти;
- види, перелічені в Додатку II Директиви Ради 92/43/ЄЕС: 2 види риб, 2 види ссавців (табл. 6).



**Площа 336200,2 га**

**Рисунок 2. Територія об’єкта Європейської екологічної мережі Natura 2000  
“Дельта Дунаю – морський район”**

Таблиця 5 – Типи оселищ ((habitats), представлені на сайті ROSCI0066

Код	Назва	
	Українська	Англійська
1110	Піщані прибережні обмілини, що постійно вкриті незначним шаром морської води	Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time
1130	Естуарії	Estuaries
1140	Мулисті та піщані обмілини, які не вкриті водою під час відпливу	Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide
1180	Підводні утворення, що сформувалися унаслідок виходу газів	Submarine structures made by leaking gases

Таблиця 6 – Таксономічний склад видів фауни сайту ROSCI0066, перелічених у Додатку II Директиви 92/43/ЄЕС

Вид			Охоронний статус	
Група	Код	Назва	Red List IUCN	European Red List
<b>Надклас РИБИ (PISCES)</b>				
<b>Клас ПРОМЕНЕПЕРІ (ACTINOPTERYGII)</b>				
<b>Інфраклас Костисті риби (Teleostei)</b>				
<b>Ряд Оселедцеподібні (Clupeiformes)</b>				
<b>Родина Оселедцеві (Clupeidae)</b>				
F	4125	<i>Alosa immaculate</i> Оселедець чорноморський	VU	VU
F	4127	<i>Alosa tanaica</i> Пузанок азовський	LC	LC
<b>Клас ССАВЦІ (MAMMALIA)</b>				
<b>Ряд Китоподібні (Cetacea)</b>				
<b>Родина Дельфінові (Delphinidae)</b>				
M	1349	<i>Tursiops truncatus</i> Афаліна звичайна	LC	DD
<b>Родина Фоценові (Phocoenidae)</b>				
M	1351	<i>Phocoena phocoena</i> Морська свиня (Азовка)	LC	VU

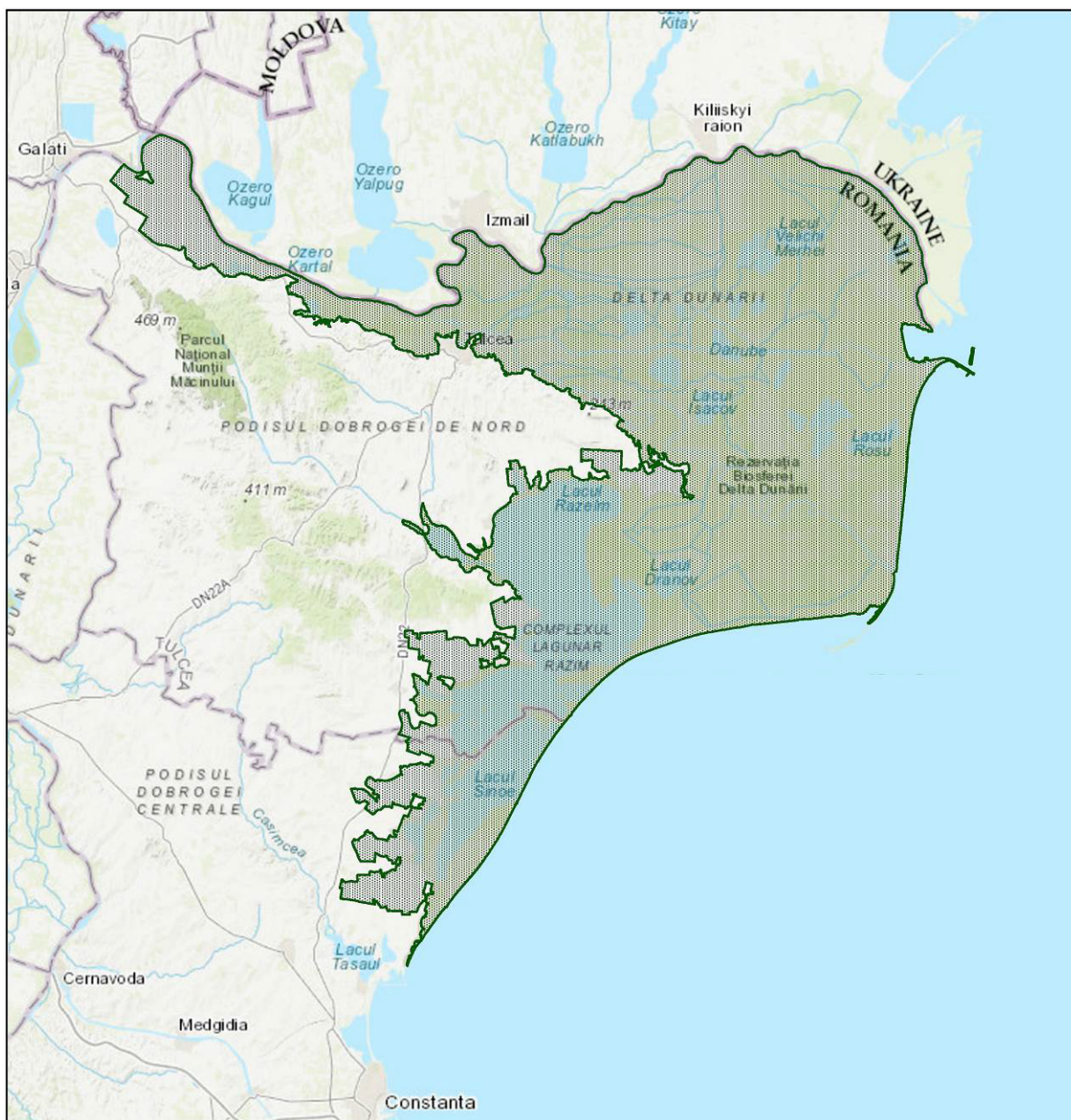
**Примітки:** Охоронний статус. Категорії Red List IUCN та Red List European: VU – уразливий, LC – найменший ризик, DD – недостатньо даних.

Несприятливий охоронний статус мають 2 види: European Red List: VU (уразливий) – оселедець чорноморський (*Alosa immaculate*), морська свиня (Азовка) (*Phocoena phocoena*).

### **ROSPA0031 Дельта Дунаю та комплекс Разим-Синої**

ROSPA0031 “Дельта Дунаю та комплекс Разим-Синої” (рис. 3) призначений для збереження птахів, що становлять інтерес для Співтовариства: 221 вид птахів (об’єднані в 16

рядів та 45 родин), перелічений у Додатку I до Директиви 2009/147/ЄС, з яких 13 є осілими видами, 95 – гніздяться, 38 – зимують, 137 – знаходяться в цій зоні під час міграцій (табл. 7).



**Площа 508302,3 га**

**Рисунок 3 Територія об’єкта Європейської екологічної мережі Natura 2000**

**“Дельта Дунаю та комплекс Разим-Синої”**



Таблиця 7 Таксономічний склад видів орнітофауни сайту ROSPA0031, перелічених у статті 4 Директиви 2009/147/ЄС та в Додатку II до Директиви 92/43/ЄС

Вид		Статус перебування	Чисельність популяції	Охоронний статус		
Група	Код			Назва	Red List IUCN	European Red List
<b>Ряд Гагароподібні (Gaviiformes)</b>						
<b>Родина Гагарові (Gaviidae)</b>						
B	A001	<i>Gavia stellata</i> Гагара червоношия	W	40-50	LC	LC
B	A002	<i>Gavia arctica</i> Гагара чорношия	W	50-80	LC	LC
<b>Ряд Пірникозоподібні (Podicipediformes)</b>						
<b>Родина Пірникозові (Podicipedidae)</b>						
B	A004	<i>Tachybaptus (Podiceps) ruficollis</i> Пірникоза мала	P	–	LC	LC
B	A008	<i>Podiceps nigricollis</i> Пірникоза чорношия	R, C, W	–	LC	LC
B	A006	<i>Podiceps grisegena</i> Пірникоза сірощока	R	400-800	LC	LC
B	A006	<i>Podiceps grisegena</i> Пірникоза сірощока	C	5000-10000	LC	LC
B	A005	<i>Podiceps cristatus</i> ірникоза велика	P	–	LC	LC
<b>Ряд Буревісникоподібні (Procellariiformes)</b>						
<b>Родина Буревісникові (Procellariidae)</b>						
B	A464	<i>Puffinus yelkouan</i> Буревісник левантський	C	20-100	VU	LC
<b>Ряд Пеліканоподібні (Pelecaniformes)</b>						
<b>Родина Пеліканові (Pelecanidae)</b>						
B	A019	<i>Pelecanus onocrotalus</i> Пелікан рожевий	R	3560-4160	LC	LC
B	A020	<i>Pelecanus crispus</i> Пелікан кучерявий	R	320-410	VU	LC
<b>Родина Бакланові (Phalacrocoracidae)</b>						
B	A017	<i>Phalacrocorax carbo</i> Баклан великий	R	8000-12000	LC	LC
B	A017	<i>Phalacrocorax carbo</i> Баклан великий	C	40000-50000	LC	LC
B	A017	<i>Phalacrocorax carbo</i> Баклан великий	W	3000-7000	LC	LC
B	A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> Баклан малий	R	8700-9500	LC	LC
B	A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> Баклан малий	C	4000-6500	LC	LC
B	A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> Баклан малий	W	4000-6500	LC	LC
<b>Ряд Лелекоподібні (Ciconiiformes)</b>						
<b>Родина Чаплеві (Ardeidae)</b>						
B	A021	<i>Botaurus stellaris</i> Бугай	R	800-1000	LC	LC

B	A022	<i>Ixobrychus minutus</i> Бугайчик	R	3000-3500	LC	LC
B	A023	<i>Nycticorax nycticorax</i> Квак	R	3500-4000	LC	LC
B	A024	<i>Ardeola ralloides</i> Чапля жовта	R	3000-4000	LC	LC
B	A025	<i>Bubulcus ibis</i> Чапля єгипетська	R	2-8	LC	LC
B	A027	<i>Egretta alba</i> Чепура велика	R	320-360	LC	LC
B	A027	<i>Egretta alba</i> Чепура велика	W	1000-1200	LC	LC
B	A026	<i>Egretta garzetta</i> Чепура мала	R	1700-2500	LC	LC
B	A028	<i>Ardea cinerea</i> Чапля сіра	P	600-800	LC	LC
B	A029	<i>Ardea purpurea</i> Чапля руда	R	230-450	LC	LC
<b>Родина Ібісові (Threskiornithidae)</b>						
B	A034	<i>Platalea leucorodia</i> Косар	R	360-440	LC	LC
B	A032	<i>Plegadis falcinellus</i> Коровайка	R	2000-3200	LC	LC
<b>Родина Лелекові (Ciconiidae)</b>						
B	A031	<i>Ciconia ciconia</i> Лелека білий	R	100-120	LC	LC
B	A031	<i>Ciconia ciconia</i> Лелека білий	C	45000-60000	LC	LC
B	A030	<i>Ciconia nigra</i> Лелека чорний	R	2-5	LC	LC
B	A030	<i>Ciconia nigra</i> Лелека чорний	C	500-1000	LC	LC
<b>Ряд Гусеподібні (Anseriformes)</b>						
<b>Родина Качкові (Anatidae)</b>						
B	A396	<i>Branta (Rufibrenta)</i> <i>ruficollis</i> Казарка червоновола	C	7000-24000	VU	NT
B	A396	<i>Branta (Rufibrenta)</i> <i>ruficollis</i> Казарка червоновола	W	1000-3000	VU	NT
B	A043	<i>Anser anser</i> Гуска сіра	W	6500-15000	LC	LC
B	A042	<i>Anser erythropus</i> Гуска мала	W	10-30	VU	EN
B	A039	<i>Anser fabalis</i> Гуменник	C	20-120	LC	LC
B	A036	<i>Sygnus olor</i> Лебідь-шипун	W	3600-5300	LC	LC
B	A038	<i>Sygnus cygnus</i> Лебідь-кликун	W	340-1270	LC	LC
B	A037	<i>Sygnus columbianus</i> <i>bewickii</i> Лебідь малий	W	10-40	LC	EN
B	A048	<i>Tadorna tadorna</i> Галагаз	W	800-1200	LC	LC

B	A053	<i>Anas platyrhynchos</i> Крижень	W	20000-40000	LC	LC
B	A052	<i>Anas crecca</i> Чирянка мала	C	9000-20000	LC	LC
B	A051	<i>Anas strepera</i> Нерозень	W	1300-3000	LC	LC
B	A05	<i>Anas penelope</i> Свищ	C	8000-10000	LC	LC
B	A055	<i>Anas querquedula</i> Чирянка велика	C	4500-8000	LC	LC
B	A054	<i>Anas acuta</i> Шилохвіст	C	1200-7000	LC	LC
B	A056	<i>Anas clypeata</i> Широконіска	C	9000-10000	LC	LC
B	A058	<i>Netta rufina</i> Чернь червонодзьоба	C	–	LC	LC
B	A058	<i>Netta rufina</i> Чернь червонодзьоба	W	540-2470	LC	LC
B	A059	<i>Aythya ferina</i> Попелюх	W	24000-38000	VU	VU
B	A060	<i>Aythya nyroca</i> Чернь білоока	R	3800-42000	NT	LC
B	A061	<i>Aythya fuligula</i> Чернь чубата	W	18000-20000	LC	LC
B	A067	<i>Vicerephala clangula</i> Гоголь	R	30-50	LC	LC
B	A067	<i>Vicerephala clangula</i> Гоголь	W	1000-1200	LC	LC
B	A071	<i>Oxyura leucosephala</i> Савка	W	1-4	EN	EN
B	A068	<i>Mergus albellus</i> Крех малий	R	–	LC	LC
B	A068	<i>Mergus albellus</i> Крех малий	W	4000-5000	LC	LC
B	A069	<i>Mergus serrator</i> Крех середній	C	230-340	LC	LC
B	A070	<i>Mergus merganser</i> Крех великий	W	120-180	LC	LC
<b>Ряд Соколоподібні (Falconiformes)</b>						
<b>Родина Скопові (Pandionidae)</b>						
B	A094	<i>Pandion haliaetus</i> Скопа	C	-	LC	LC
<b>Родина Яструбові (Accipitridae)</b>						
B	A073	<i>Milvus migrans</i> Шуліка чорний	R	6-7	LC	LC
B	A073	<i>Milvus migrans</i> Шуліка чорний	C	20-30	LC	LC
B	A082	<i>Circus cyaneus</i> Лунь польовий	W	150-200	LC	NT
B	A083	<i>Circus macrourus</i> Лунь степовий	C	50-60	NT	NT
B	A084	<i>Circus pygargus</i> Лунь лучний	R	3-6	LC	LC
B	A084	<i>Circus pygargus</i> Лунь лучний	C	500-800	LC	LC

B	A081	<i>Circus aeruginosus</i> Лунь очеретяний	R	300-400	LC	LC
B	A086	<i>Accipiter nisus</i> Яструб малий	C, W	–	LC	LC
B	A402	<i>Accipiter brevipes</i> Яструб коротконогий	R	3-5	LC	LC
B	A402	<i>Accipiter brevipes</i> Яструб коротконогий	C	40-80	LC	LC
B	A088	<i>Buteo lagopus</i> Зимняк	W	–	LC	LC
B	A403	<i>Buteo rufinus</i> Канюк степовий	R	4-5	LC	LC
B	A087	<i>Buteo buteo</i> Канюк звичайний	P, C	–	LC	LC
B	A080	<i>Circaetus gallicus</i> Зміїд	C	–	LC	LC
B	A092	<i>Hieraetus pennatus</i> Орел-карлик	C	50-60	LC	LC
B	A090	<i>Aquila clanga</i> Підорлик великий	W	8-14	LC	EN
B	A089	<i>Aquila pomarina</i> Підорлик малий	C	200-300	LC	LC
B	A404	<i>Aquila heliaca</i> Могильник	C	1-3	VU	LC
B	A075	<i>Haliaeetus albicilla</i> Орлан-білохвіст	R	26-28	LC	LC
<b>Родина Соколові (Falconidae)</b>						
B	A511	<i>Falco cherrug</i> Балабан	R	2-4	EN	VU
B	A511	<i>Falco cherrug</i> Балабан	W	5-10	EN	VU
B	A103	<i>Falco peregrinus</i> Сапсан	R	2-4	LC	LC
B	A103	<i>Falco peregrinus</i> Сапсан	W	10-20	LC	LC
B	A099	<i>Falco subbuteo</i> Підсоколик великий	R	–	LC	LC
B	A098	<i>Falco columbarius</i> Підсоколик малий	W	20-60	LC	LC
B	A097	<i>Falco vespertinus</i> Кібчик	R	300-350	NT	NT
B	A097	<i>Falco vespertinus</i> Кібчик	C	2000-3000	NT	NT
B	A095	<i>Falco naumanni</i> Боривітер степовий	R	1-3	LC	LC
<b>Ряд Журавлеподібні (Gruiformes)</b>						
<b>Родина Журавлеві (Gruidae)</b>						
B	A127	<i>Grus grus</i> Журавель сирій	C	–	LC	LC
<b>Родина Пастушкові (Rallidae)</b>						
B	A118	<i>Rallus aquaticus</i> Пастушок	P	–	LC	LC
B	A119	<i>Porzana porzana</i> Погонич звичайний	R	300-400	LC	LC
B	A120	<i>Porzana parva</i>	R	2000-3000	LC	LC

		Погонич малий				
B	A121	<i>Porzana pusilla</i> Погонич-крихітка	C	–	LC	LC
B	A123	<i>Gallinula chloropus</i> Курочка водяна	P	–	LC	LC
B	A125	<i>Fulica atra</i> Лиска	R	–	LC	LC
B	A125	<i>Fulica atra</i> Лиска	C	80000-100000	LC	LC
B	A125	<i>Fulica atra</i> Лиска	W	40000-50000	LC	LC
<b>Ряд Сивкоподібні (Charadriiformes)</b>						
<b>Родина Лежневі (Burhinidae)</b>						
B	A133	<i>Burhinus oediconemus</i> Лежень	R	44-60	LC	LC
<b>Родина Сивкові (Charadriidae)</b>						
B	A141	<i>Pluvialis squatarola</i> Сивка морська	C	2500-3000	LC	LC
B	A140	<i>Pluvialis apricaria</i> Сивка звичайна	C	300-500	LC	LC
B	A138	<i>Charadrius alexandrinus</i> Пісочник морський	R	90-120	LC	LC
B	A138	<i>Charadrius alexandrinus</i> Пісочник морський	C	450-520	LC	LC
B	A139	<i>Charadrius (Eudromias)</i> <i>morinellus</i> Хрустан	C	–	LC	LC
B	A142	<i>Vanellus vanellus</i> Чайка	R	500-600	NT	VU
B	A142	<i>Vanellus vanellus</i> Чайка	C	10000-12000	NT	VU
B	A169	<i>Arenaria interpres</i> Крем'яшник	C	80-120	LC	LC
<b>Родина Чоботарові (Recurvirostridae)</b>						
B	A131	<i>Himantopus himantopus</i> Кулик-довгоніг	R	220-370	LC	LC
B	A131	<i>Himantopus himantopus</i> Кулик-довгоніг	C	1400-2200	LC	LC
B	A132	<i>Recurvirostra avosetta</i> Чоботар	R	220-280	LC	LC
B	A132	<i>Recurvirostra avosetta</i> Чоботар	C	800-1200	LC	LC
<b>Родина Куликосорокові (Haematopodidae)</b>						
B	A130	<i>Haematopus ostralegus</i> Кулик-сорока	R	15-20	NT	VU
<b>Родина Баранцеві (Scolopacidae)</b>						
B	A165	<i>Tringa ochropus</i> Коловодник лісовий	C	4000-50000	LC	LC
B	A164	<i>Tringa nebularia</i> Коловодник великий	C	1300-2600	LC	LC
B	A162	<i>Tringa tetanus</i> Коловодник звичайний	C	3500-12000	LC	LC
B	A161	<i>Tringa erythropus</i> Коловодник чорний	C	3000-4000	LC	LC
B	A163	<i>Tringa stagnatilis</i>	C	600-700	LC	LC

		Коловодник ставковий				
B	A168	<i>Actitis hypoleucos</i> Набережник	C	400-700	LC	LC
B	A167	<i>Xenus cinereus</i> Мородунка	C	1-3	LC	LC
B	A170	<i>Phalaropus lobatus</i> Плавунець круглодзьобий	C	700-1200	LC	LC
B	A151	<i>Philomachus pugnax</i> Брижач	C	1300-18000	LC	LC
B	A145	<i>Calidris minuta</i> Побережник малий	C	2800-3200	LC	LC
B	A146	<i>Calidris temminckii</i> Побережник білохвостий	C	120-400	LC	LC
B	A147	<i>Calidris ferruginea</i> Побережник червоногрудий	C	8000-9000	NT	VU (W)
B	A149	<i>Calidris alpine</i> Побережник чорногрудий	C	10000-17000	LC	LC
B	A143	<i>Calidris canutus</i> Побережник ісландський	C	1-5	NT	LC
B	A144	<i>Calidris alba</i> Побережник білий	C	300-800	LC	LC
B	A150	<i>Limicola falcinellus</i> Побережник болотяний	C	700-950	LC	LC
B	A152	<i>Limnocryptes minimus</i> Баранець малий	C	500-1000	LC	LC
B	A153	<i>Gallinago gallinago</i> Баранець звичайний	C	5000-10000	LC	LC
B	A154	<i>Gallinago media</i> Баранець великий	C	20-80	NT	LC
B	A155	<i>Scolopax rusticola</i> Слуква	C, W	–	LC	LC
B	A159	<i>Numenius tenuirostris</i> Кроншнеп тонкодзьобий	C	1-3	CR	CR
B	A160	<i>Numenius arquata</i> Кроншнеп великий	C	4500-6000	NT	VU
B	A158	<i>Numenius phaeopus</i> Кроншнеп середній	C	200-500	LC	LC
B	A156	<i>Limosa limosa</i> Грицик великий	C	10000-15000	NT	VU
B	A157	<i>Limosa lapponica</i> Грицик малий	C	1-5	LC	LC
<b>Родина Дерихвостові (Glareolidae)</b>						
B	A135	<i>Glareola pratincola</i> Дерихвіст лучний	R	420-540	LC	LC
B	A515	<i>Glareola nordmanni</i> Дерихвіст степовий	R	1-5	NT	VU
<b>Родина Поморникові (Stercorariidae)</b>						

В	A174	<i>Stercorarius longicaudus</i> Поморник довгохвостий	С	–	LC	LC
В	A173	<i>Stercorarius parasiticus</i> Поморник короткохвостий	С	–	LC	LC
<b>Родина Мартинів (Laridae)</b>						
В	A176	<i>Larus melanocephalus</i> Мартин середземноморський	Р	160-200	LC	LC
В	A177	<i>Larus minutus</i> Мартин малий	С	10000-12000	LC	LC
В	A179	<i>Larus ridibundus</i> Мартин звичайний	Р	2000-3000	LC	LC
В	A179	<i>Larus ridibundus</i> Мартин звичайний	С	20000-50000		
В	A180	<i>Larus genei</i> Мартин тонкодзьобий	С	20-70	LC	LC
В	A183	<i>Larus fuscus</i> Мартин чорнокрилий	С	200-400	LC	LC
В	A459	<i>Larus cachinnans</i> Мартин жовтоногий	Р	1500-2000	LC	LC
В	A459	<i>Larus cachinnans</i> Мартин жовтоногий	С	15000-20000		
В	A182	<i>Larus canus</i> Мартин сивий	С	4000-10000	LC	LC
В	A197	<i>Chlidonias niger</i> Крячок чорний	Р	200-300	LC	LC
В	A196	<i>Chlidonias hybridus</i> Крячок білощокий	Р	5000-6000	LC	LC
В	A196	<i>Chlidonias hybridus</i> Крячок білощокий	С	30000-50000		
В	A189	<i>Gelochelidon nilotica</i> Крячок чорнодзьобий	Р	8-12	LC	LC
В	A189	<i>Gelochelidon nilotica</i> Крячок чорнодзьобий	С	320-350		
В	A190	<i>Sterna (Hydroprogne) caspia</i> Крячок каспійський	С	500-1000	LC	LC
В	A191	<i>Sterna (Thalasseus) sandvicensis</i> Крячок рябодзьобий	Р	250-300	LC	LC
В	A191	<i>Sterna (Thalasseus) sandvicensis</i> Крячок рябодзьобий	С	3000-5000	LC	LC
В	A193	<i>Sterna hirundo</i> Крячок річковий	Р	1800-2300	LC	LC
В	A195	<i>Sterna albifrons</i> Крячок малий	Р	40-100	LC	LC
<b>Ряд Голубоподібні (Columbiformes)</b>						
<b>Родина Голубові (Columbidae)</b>						
В	A207	<i>Columba oenas</i> Голуб-синяк	Р, С	–	LC	LC
В	A210	<i>Streptopelia turtur</i> Горлиця звичайна	С	–	VU	VU

<b>Ряд Совоподібні (Strigiformes)</b>						
<b>Родина Совові (Strigidae)</b>						
B	A221	<i>Asio otus</i> Сова вухата	P	–	LC	LC
B	A222	<i>Asio flammeus</i> Сова болотяна	W	8-12	LC	LC
B	A214	<i>Otus scops</i> Совка	C	–	LC	LC
<b>Ряд Серпокрильцеподібні (Apodiformes)</b>						
<b>Родина Серпокрильцеві (Apodidae)</b>						
B	A226	<i>Apus apus</i> Серпокрилець чорний	C	–	LC	LC
B	A228	<i>Apus melba</i> Серпокрилець білочеревий	C	–	LC	LC
<b>Ряд Сиворакшеподібні (Coraciiformes)</b>						
<b>Родина Сиворакшеві (Coraciidae)</b>						
B	A231	<i>Coracias garrulus</i> Сиворакша	R	500-600	LC	LC
<b>Родина Рибалочкові (Alcedinidae)</b>						
B	A229	<i>Alcedo atthis</i> Рибалочка	R	1500-1700	LC	VU
<b>Родина Бджолоїдкові (Meropidae)</b>						
B	A230	<i>Merops apiaster</i> Бджолоїдка	R	–	LC	VU
<b>Ряд Одудоподібні (Upupiformes)</b>						
<b>Родина Одудові (Upupidae)</b>						
B	A232	<i>Upupa epops</i> Одуд	R	–	LC	LC
<b>Ряд Дятлоподібні (Piciformes)</b>						
<b>Родина Дятлові (Picidae)</b>						
B	A234	<i>Picus canus</i> Жовна сива	P	–	LC	LC
B	A236	<i>Dryocopus martius</i> Жовна чорна	P	–	LC	LC
B	A429	<i>Dendrocopos syriacus</i> Дятел сирійський	P	–	LC	LC
B	A238	<i>Dendrocopos medius</i> Дятел середній	P	–	LC	LC
<b>Ряд Горобцеподібні (Passeriformes)</b>						
<b>Родина Ластівкові (Hirundinidae)</b>						
B	A249	<i>Riparia riparia</i> Ластівка берегова	R, C	–	LC	LC
B	A251	<i>Hirundo rustica</i> Ластівка сільська	R, C	–	LC	LC
B	A438	<i>Hirundo daurica</i> Ластівка даурська	R, C	–	LC	LC
B	A253	<i>Delichon urbica</i> Ластівка міська	R	–	LC	LC
<b>Родина Жайворонкові (Alaudidae)</b>						
B	A242	<i>Melanocorypha calandra</i> Жайворонок степовий	R	–	LC	LC
B	A246	<i>Lullula arborea</i> Жайвлоронок лісовий	R, C	–	LC	LC



B	A247	<i>Alauda arvensis</i> Жайворонок польовий	R	–	LC	LC
<b>Родина Плискові (Motacillidae)</b>						
B	A255	<i>Anthus campestris</i> Щеврик польовий	R	–	LC	LC
B	A256	<i>Anthus trivialis</i> Щеврик лісовий	C	–	LC	LC
B	A258	<i>Anthus cervinus</i> Щеврик червоногрудий	C	–	LC	LC
B	A259	<i>Anthus spinoletta</i> Щеврик гірський	C	–	LC	LC
B	A260	<i>Motacilla flava</i> Плиска жовта	R	–	LC	LC
B	A261	<i>Motacilla cinerea</i> Плиска гірська	C	–	LC	LC
B	A262	<i>Motacilla alba</i> Плиска біла	R, C	–	LC	LC
<b>Родина Сорокопудові (Laniidae)</b>						
B	A338	<i>Lanius collurio</i> Сорокопуд терновий	R, C	–	LC	LC
B	A341	<i>Lanius senator</i> Сорокопуд червоноголовий	C	–	LC	LC
B	A339	<i>Lanius minor</i> Сорокопуд чорнолобий	R, C	–	LC	LC
B	A340	<i>Lanius excubitor</i> Сорокопуд сирій	W	–	LC	VU
<b>Родина Вивільгові (Oriolidae)</b>						
B	A337	<i>Oriolus oriolus</i> Вивільга	R	–	LC	LC
<b>Родина Шпакові (Sturnidae)</b>						
B	A351	<i>Sturnus vulgaris</i> Шпак звичайний	R, C	–	LC	LC
B	A353	<i>Sturnus roseus</i> Шпак рожевий	R, C	–	LC	LC
<b>Родина Омелюхові (Bombycillidae)</b>						
B	A263	<i>Bombycilla garrulus</i> Омелюх	W	–	LC	LC
<b>Родина Тинівкові (Prunellidae)</b>						
B	A263	<i>Prunella modularis</i> Тинівка лісова	W	–	LC	LC
<b>Родина Кропив'янкові (Sylviidae)</b>						
B	A292	<i>Locustella luscinioides</i> Кобилочка солов'їна	R	–	LC	LC
B	A290	<i>Locustella naevia</i> Кобилочка-цвіркун	C	–	LC	LC
B	A293	<i>Acrocephalus melanopogon</i> Очеретянка тонкодзьоба	R	–	LC	LC
B	A295	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> Очеретянка лучна	R, C	–	LC	LC
B	A296	<i>Acrocephalus palustris</i>	R, C	–	LC	LC

		Очеретянка чагарникова				
В	A297	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> Очеретянка ставкова	R, C	–	LC	LC
В	A298	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> Очеретянка велика	R, C	–	LC	LC
В	A299	<i>Hippolais icterina</i> Берестянка звичайна	R, C	–	LC	LC
В	A438	<i>Hippolais pallida</i> Берестянка бліда	R	–	LC	LC
В	A307	<i>Sylvia nisoria</i> Кропив'янка рябогруда	R, C	–	LC	LC
В	A311	<i>Sylvia atricapilla</i> Кропив'янка чорноголова	C	–	LC	LC
В	A310	<i>Sylvia borin</i> Кропив'янка садова	C	–	LC	LC
В	A309	<i>Sylvia communis</i> Кропив'янка сіра	C	–	LC	LC
В	A308	<i>Sylvia curruca</i> Кропив'янка прудка	C	–	LC	LC
В	A316	<i>Phylloscopus trochilus</i> Вівчарик весняний	C	–	LC	LC
В	A315	<i>Phylloscopus collybita</i> Вівчарик-ковалик	C	–	LC	LC
В	A314	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> Вівчарик жовтобровий	C	–	LC	LC
<b>Родина Золотомушкові (Regulidae)</b>						
В	A317	<i>Regulus regulus</i> Золотомушка жовточуба	C	–	LC	LC
<b>Родина Мухоловкові (Muscicapidae)</b>						
В	A322	<i>Ficedula hypoleuca</i> Мухоловка строката	C	–	LC	LC
В	A320	<i>Ficedula parva</i> Мухоловка мала	C	–	LC	LC
В	A319	<i>Muscicapa striata</i> Мухоловка сіра	R, C	–	LC	LC
В	A275	<i>Saxicola rubetra</i> Трав'янка лучна	C	–	LC	LC
В	A276	<i>Saxicola torquata</i> Трав'янка чорноголова	C	–	LC	LC
В	A277	<i>Oenanthe oenanthe</i> Кам'янка звичайна	R, C	–	LC	LC
В	A533	<i>Oenanthe pleschanka</i> Кам'янка лиса	R	–	LC	LC
В	A278	<i>Oenanthe hispanica</i> Кам'янка іспанська	C	–	LC	LC
В	A435	<i>Oenanthe isabellina</i> Кам'янка попеляста	C	–	LC	LC
В	A274	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> Горихвістка звичайна	R, C	–	LC	LC

В	A273	<i>Phoenicurus ochruros</i> Горихвістка чорна	С	–	LC	LC
В	A271	<i>Luscinia megarhynchos</i> Соловейко західний	Р, С	–	LC	LC
В	A270	<i>Luscinia luscinia</i> Соловейко східний	Р, С	–	LC	LC
В	A272	<i>Luscinia svecica</i> Синьошийка	Р	–	LC	LC
В	A284	<i>Turdus pilaris</i> Чикотень	С	–	LC	LC
В	A286	<i>Turdus iliacus</i> Дрізд білобровий	С		NT	NT
В	A285	<i>Turdus philomelos</i> Дрізд співочий	С	–	LC	LC
В	A287	<i>Turdus viscivorus</i> Дрізд-омелюх	С	–	LC	LC
<b>Родина Синицеві (Paridae)</b>						
В	A336	<i>Remiz pendulinus</i> Ремез	Р	–	LC	LC
<b>Родина Підкоришникові (Certhiidae)</b>						
В	A335	<i>Certhia brachydactyla</i> Підкоришник короткопалий	Р	–	LC	LC
<b>Родина В'юркові (Fringillidae)</b>						
В	A359	<i>Fringilla coelebs</i> Зяблик	Р, С	–	LC	LC
В	A360	<i>Fringilla montifringilla</i> В'юрок	W	–	LC	LC
В	A361	<i>Serinus serinus</i> Щедрик	Р	–	LC	LC
В	A363	<i>Carduelis (Chloris)</i> <i>chloris</i> Зеленяк	Р, С	–	LC	LC
В	A365	<i>Carduelis (Spinus)</i> <i>spinus</i> Чиж	С	–	LC	LC
В	A364	<i>Carduelis carduelis</i> Щиглик	Р, С	–	LC	LC
В	A366	<i>Carduelis (Acanthis)</i> <i>cannabina</i> Коноплянка	Р, С	–	LC	LC
В	A368	<i>Carduelis (Acanthis)</i> <i>flammea</i> Чечітка звичайна	С	–	LC	LC
В	A371	<i>Carpodacus erythrinus</i> Чечевиця	С	–	LC	LC
<b>Родина Вівсянкові (Emberizidae)</b>						
В	A383	<i>Miliaria (Emberiza)</i> <i>calandra</i> Просянка	Р, W	–	LC	LC
В	A379	<i>Emberiza hortulana</i> Вівсянка садова	Р	–	LC	LC
В	A375	<i>Plectrophenax nivalis</i> Пуночка	W	–	LC	LC

**Примітки:** Статус перебування: R – гніздовий, C – мігруючий, W – зимуючий, P – осілий; Охоронний статус. Категорії Red List IUCN та Red List European: CR – на межі зникнення, EN – під загрозою вимирання, VU – уразливий, NT – близький до загрозливого, LC – найменший

### Екологічні особливості орнітокомплексу

Місцевість особливо важлива для гніздових популяцій таких видів: *Pelecanus onocrotalus*, *Pelecanus crispus*, *Phalacrocorax pygmeus*, *Botaurus stellaris*, *Ixobrychus minutus*, *Nycticorax nycticorax*, *Ardeola ralloides*, *Egretta alba*, *Egretta garzetta*, *Ardea purpurea*, *Platalea leucorodia*, *Plegadis falcinellus*, *Aythya nyroca*, *Circus aeruginosus*, *Haliaeetus albicilla*, *Falco vespertinus*, *Porzana porzana*, *Porzana parva*, *Charadrius alexandrinus*, *Vanelus vanelus*, *Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta*, *Haematopus ostralegus*, *Glareola pratincola*, *Larus melanocephalus*, *Chlidonias hybridus*, *Gelochelidon nilotica*, *Sterna sandvicensis*, *Sterna hirundo*, *Sterna albifrons*, *Coracias garrulous*, *Alcedo atthis*, Оскільки ця зона є межею площі для *Falco naumanni*, у периметрі ділянки спостерігаються коливання чисельності гніздування. Територія має важливе значення під час міграції для видів: *Puffinus yelkouan*, *Phalacrocorax pygmeus*, *Anser fabalis*, *Anas crecca*, *Anas querquedula*, *Anas acuta*, *Anas clypeata*, *Mergus serrator*, *Aquila pomarina*, *Pluvialis apricaria*, *Charadrius alexandrinus*, *Charadrius hiaticula*, *Charadrius dubius*, *Vanellus vanellus*, *Arenaria interpres*, *Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta*, *Tringa ochropus*, *Tringa nebularia*, *Tringa totanus*, *Tringa erythropus*, *Tringa stagnatilis*, *Phalaropus lobatus*, *Philomachus pugnax*, *Calidris minuta*, *Calidris temminckii*, *Calidris ferruginea*, *Calidris alpine*, *Calidris alba*, *Limicola falcinellus*, *Lymnocyptes minimus*, *Gallinago gallinago*, *Numenius arquata*, *Limosa limosa*, *Gelochelidon nilotica*, *Larus minutus*, *Larus ridibundus*, *Larus genei*, *Larus fuscus*, *Larus cachinnans*, *Larus canus*, *Chlidonias leucopterus*, *Sterna caspia*, *Sterna sandvicensis*. Місцевість важлива для зимівлі для таких видів: *Phalacrocorax pygmeus*, *Egretta alba*, *Branta ruficollis*, *Anser anser*, *Anser erythropus*, *Cygnus olor*, *Cygnus cygnus*, *Netta rufina*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*, *Mergus albellus*, *Aquila clanga*, *Falco columbarius*.

Несприятливий охоронний статус мають 20 видів: European Red List: CR (на межі зникнення) – кроншнеп тонкодзьобий (*Numenius tenuirostris*); EN (під загрозою вимирання) – гуска мала (*Anser erythropus*), лебідь малий (*Cygnus columbianus bewickii*), савка (*Oxyura leucocephala*), підорлик великий (*Aquila clanga*); VU (уразливий) – попелюх (*Aythya ferina*), балабан (*Falco cherrug*), чайка (*Vanellus vanellus*), кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*), побережник червоногрудий (*Calidris ferruginea*), грицик великий (*Limosa limosa*), горлиця звичайна (*Streptopelia turtur*), рибалочка (*Alcedo atthis*), бджолоїдка (*Merops apiaster*), сорокопуд сірий (*Lanius excubitor*); NT (близький до загрозливого) – казарка червоногола (*Branta ruficollis*), лунь польовий (*Circus cyaneus*), лунь степовий (*Circus macrourus*), кібчик (*Falco vespertinus*), дрізд білобровий (*Turdus iliacus*).

### **Вплив зміни водності на орнітокомплекси**

Серед орнітокомплексів території сайту найбільш вразливим є водно-болотний орнітокомплекс, який включає 125 видів, з яких 68 видів гніздові мігруючі, 55 видів мігруючі, зимують 24 види (з яких 11 гніздові та 12 мігруючі, один вид (савка) спостерігається тільки під час зимівлі), 4 види осілі.

Зміна водності по-різному може впливати на чисельність різних груп водно-болотних птахів у гніздовий період, під час міграцій та зимівлі в залежності від підняття чи зниження рівня води. Серед видів гніздового орнітокомплексу, найбільш ймовірно, можливий вплив на чисельність популяцій видів пеліканів, бакланів, мартинів, крячків, куликів в залежності від площі придатних гніздових біотопів. У міграційний період рівень води в кормових угіддях також може мати вплив на чисельність, перш за все, видів куликів, мартинів, крячків, качок, чапель.

Але водно-болотний орнітокомплекс постійно існує в умовах природної зміни водності в дельті Дунаю.

## ДОДАТОК Л ПРОГРАМИ МОНІТОРИНГУ

### Програма комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море на 2005 р. (екологічний блок)

#### 1. Актуальність та мета роботи

Одна із найбільших річок Європи – Дунай на території України внаслідок замулення дельтової зони до останнього часу не мала глибоководного судноплавного шляху. Після виконання у 2004 році відповідних днопоглиблювальних робіт, такий шлях через гирло Бистре був отриманий нашою країною.

Окрім економічного ефекту, завдяки відновленню великотонажного транспортного шляху Кілійським гирлом Дунаю, очікується і значний соціальний ефект, в першу чергу, від створення нових робочих місць в результаті значного підвищення об'ємів вантажообігу великих портів України на Дунаї – Усть-Дунайська, Ізмаїла та Рені.

В той же час збільшення антропогенного навантаження на екосистему української ділянки дунайської дельти, як в наслідок виконання будівельних робіт по розчищенню бару гирла Бистре та поглиблення русла, так і в наслідок інтенсифікації руху водного транспорту, об'єктивно створює певні загрози для оточуючого природно середовища, яке в дельті Дунаю є унікальним і має загальноєвропейське значення. Зокрема глибоководний судновий хід Дунай-Чорне море проходить через територію Дунайського біосферного заповідника, який є одним з центрів європейського значення з точки зору збереження біологічного різноманіття.

Відновлення глибоководного суднового ходу (ГСХ) через Кілійську дельту Дунаю впливає на навколишнє природне середовище у зв'язку з:

- проведенням днопоглиблювальних робіт;
- будівництвом гідротехнічних споруд;
- виконання робіт з підтримки глибин у процесі експлуатації;
- активізацією руху водного транспорту.

Негативними факторами для річкової екосистеми є такі наслідки робіт з відновлення ГСХ, як проникнення морських вод в русло гирла Бистрого, вторинне забруднення вод через надходження забруднюючих речовин з донних відкладів та ін.

Важливим є міжнародний аспект, пов'язаний з підвищеною увагою до дій України по відновленню власного ГСХ Дунай – Чорне море з боку урядів та міжнародних екологічних організацій. З цієї точки зору впровадження (вдосконалення) в українській дельті Дунаю системи моніторингу, що відповідає міжнародним стандартам та вимогам європейського

законодавства, дає об'єктивну картину стану екосистеми ділянки басейну є також надзвичайно актуальним.

Пілотний проект Програми комплексного екологічного моніторингу, реалізований у 2004 році, дозволив:

- отримати великий обсяг натурних даних для об'єктивної оцінки впливу на навколишнє природне середовище першої черги робіт з відновлення ГСХ;
- визначити пріоритетні напрямки, на яких моніторингові роботи мають бути посилені, оптимізувати комплекс моніторингових робіт у цілому.

Метою організації і проведення комплексного екологічного моніторингу за спеціальною програмою у 2005 р. є екологічне спостереження в районі проведення робіт з відновлення ГСХ, зокрема:

- забезпечення контролю стану і динаміки компонентів оточуючого природного середовища під час відновлення та експлуатації ГСХ;
- оцінка збитків, що завдаються компонентам оточуючого природного середовища внаслідок відновлення ГСХ;
- розробка прогнозу змін стану оточуючого природного середовища під впливом антропогенних факторів;
- розробка рекомендації щодо мінімізації можливих негативних впливів;
- обґрунтування за екологічними та економічними критеріями програми моніторингу стану оточуючого природного середовища та дії факторів антропогенного впливу на подальших етапах експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море через гирло Бистре.

## **2. Термін дії Програми**

Початок натурних моніторингових досліджень за Програмою – січень 2005 р., завершення робіт – грудень 2005 р. Завершення робіт по обробці результатів моніторингових досліджень і підготовки Зведеного звіту – лютий 2006 р.

По завершенню даного періоду Замовнику буде представлена скорегована Програма постійного екологічного моніторингу впливу на навколишнє природне середовище суднового ходу Дунай – Чорне море.

## **3. Звітність за Програмою**

Обробка результатів моніторингу виконується щоквартально та щорічно. Відповідні результати надаються Замовнику у вигляді щоквартальних анованих звітів та річних зведених звітів.

Щоквартальні звіти готуються за результатами II та III кварталів та включають:

- зведений масив отриманих даних моніторингу за відповідний період;
- анований звіт за результатами моніторингу;

- оцінку збитків для водного середовища та розрахунок компенсаційних платежів;
- оцінку збитків для іхтіофауни і розрахунок компенсаційних платежів.

Щоквартальний звіт надається Замовнику до кінця наступного за відповідним кварталом місяця.

Річний Зведений звіт надається замовнику до 15 лютого 2006 року.

Зведений звіт включає всі фактичні данні, отримані на протязі звітного року, їх детальний аналіз, розрахунки збитків та компенсаційних платежів, рекомендації щодо зменшення навантаження на навколишнє природне середовище та ін.

Крім Зведеного звіту у той же термін Виконавець готує і надає Замовнику коротку (анотовану) версія річного звіту – для публікації в засобах масової інформації та ін.

Заключний звіт розглядається на робочій нараді. Висновки Зведеного звіту розглядаються и затверджуються на робочих нарадах учасниками виконання Програми.

#### 4. Організації-виконавці

Генеральним підрядником на виконання робіт Програми комплексного екологічного моніторингу (екологічний блок) є Український науково-дослідний інститут екологічних проблем Мінприроди України (УкрНДІЕП), м. Харків. Перелік організацій-виконавців Програми та їх основні обов'язки представлені в таблиці А.1.

Роботи “інженерного блоку” виконуються за окремим прямим договором між ДП “Дельта-Лоцман” та інститутом “РЕЧТРАНСПРОЕКТ”, який є генеральним підрядником на роботи Інженерного блоку. До складу робіт Інженерного блоку входить морфологічний моніторинг ГСХ, у т.ч. виконання промірних робіт в баровій частині пригирлового узмор'я, в зоні днопоглиблювальних робіт і морського відвалу ґрунту; дослідження динаміки деформації бару г. Бистре, заносимості судноплавного прорізу та ін.

**Таблиця 1** - Перелік організацій-виконавців Програми комплексного екологічного моніторингу

№	Організація, адреса	Назва відповідного договору субпідряду. Обов'язки
1	2	3
	<b>ЕКОЛОГІЧНИЙ БЛОК</b>	
1	<b>Український науково-дослідний інститут екологічних проблем Мін природи України (УкрНДІЕП), м. Харків</b>	Генеральний підрядник. Обов'язки: - головний виконавець, планування, організація і координація робіт; - участь у проведенні комплексних експедиційних обстежень; - інформаційний менеджмент; обробка, узагальнення інформації, розробка бази даних Програми



№	Організація, адреса	Назва відповідного договору субпідряду. Обов'язки
		моніторингу з геоінформаційною компонентою
2	<b>Дунайська гідрометобсерваторія (ДГМО), м. Ізмаїл</b>	Тема: Гідрологічний та гідрохімічний регулярний моніторинг української частини дельти р. Дунай при відновленні судового ходу Дунай-Чорне море Обов'язки: - гідрологічний моніторинг в рамках регулярних спостережень; - гідрохімічний моніторинг в рамках регулярних спостережень на стаціонарних пунктах; - транспортне забезпечення сезонних комплексних експедиційних обстежень (прісноводна частина); - дослідження процесів проникнення морських вод у гирло Бистре; - дослідження динаміки МКД.
3	Державне управління екології та природних ресурсів в Одеській області Мінприроди України, м. Одеса	Тема: Контрольні виміри якості води при проведенні днопоглиблювальних робіт Обов'язки: - спеціальні дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на якість водного середовища
4	Одеський філіал Інституту біології південних морів (ОФ ІнБПМ), м. Одеса	Тема: Екологічний моніторинг впливу на довкілля відновлення судового ходу Дунай-Чорне море: морська частина спостережень, у тому числі гідрологічні, гідрохімічні і гідробіологічні дослідження. Обов'язки: - участь у проведенні комплексних експедиційних обстежень (морська частина експедиційних робіт)
5	Інститут гідробіології Національної академії наук України (ІГБ НАНУ), м. Київ	Тема: Гідробіологічні дослідження прісноводних екосистем при відновленні судового ходу Дунай-Чорне море Обов'язки: - участь у проведенні комплексних експедиційних обстежень (прісноводна частина експедиційних робіт)
6	Одеський центр Південного науково-дослідного інституту морського рибного господарства та океанографії (ДП „ОдЦПівденьНІРО”), м. Одеса	<b>Тема: Іхтіологічний моніторинг при відновленні судового ходу Дунай-Чорне море</b> <b>- дослідження впливу відновлення судового ходу на стан іхтіофауни;</b> <b>- розрахунки збитків, що завдаються рибним ресурсам та компенсаційних платежів</b>
7	Дунайський біосферний заповідник Національної академії наук України (ДБЗ), м. Вілкове	Тема: Моніторинг рослинних та тваринних угруповань на території ДБЗ при відновленні судового ходу Дунай-Чорне море
8	ДЦ «Ноосфера», м. Одеса	<b>Тема: Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного судового ходу Дунай-Чорне море</b> <b>Обов'язки:</b>

№	Організація, адреса	Назва відповідного договору субпідряду. Обов'язки
		<b>- контрольні виміри під час проведення будівельних робіт, - моніторинг берегових відвалів ґрунту;</b>
9	ЧорноморНДПроект, м. Одеса	<b>Тема: Розрахунок збитків для водного середовища в наслідок проведення робіт з відновлення ГСХ Дунай – Чорне море</b>
1	2	3
10	Міжнародна асоціація Український центр менеджменту Землі та ресурсів (ЦМЗР), м. Київ	<b>Тема: Аналіз руслових, заплавних та екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря за допомогою сучасних інформаційних технологій (у т.ч. з використанням космічних знімків)</b>
	ІНЖЕНЕРНИЙ БЛОК	
	Проектно-вишукувальний та конструкторсько-технологічний інститут річного транспорту “РІЧТРАНСПРОЕКТ”, м. Київ	<b>Генеральний підрядник на роботи “Інженерного блоку”</b>

## 5. Види робіт

Програмою комплексного екологічного моніторингу (екологічний блок) на 2005-2006 рр. передбачені наступні основні види робіт:

1) регулярні гідрологічні спостереження та регулярні спостереження за якістю вод за спеціальною програмою;

2) контрольні виміри якості води та донних відкладів при розчищенні бара та при розчищенні перекатів р. Дунай; моніторинг берегових відвалів ґрунту; моніторинг морського відвалу ґрунту;

3) комплексні експедиційні обстеження української частини дельти Дунаю та прилеглої частини Чорного моря;

4) моніторинг стану іхтіофауни, оцінка збитків, що завдаються іхтіофауні внаслідок робіт з відновлення ГСХ та відповідних компенсаційних платежів;

5) моніторинг рослинних та тваринних угруповань на території ДБЗ;

6) аналіз руслових, заплавних та екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням космічних знімків;

7) оцінка збитків, що завдаються навколишньому природному середовищу в наслідок відновлення ГСХ Дунай-Чорне море;

8) розробка прогнозів зміни стану оточуючого природного середовища.

**6. Регулярні спостереження, у тому числі гідрологічні та гідрохімічні**

## спостереження

Роботи по розділу “Регулярні спостереження” виконуються в рамках договорів субпідряду ДГМО, м. Ізмаїл. Частина аналітичних гідрохімічних робіт на додаткових пунктах регулярних гідрохімічних спостережень (зокрема, визначення вмісту важких металів та хлорорганічних пестицидів) виконується УкрНДІЕП в ході комплексних експедиційних обстежень.

Головна мета регулярних спостережень – отримання статистично обґрунтованої інформації щодо стану та тенденцій (трендів) гідрологічних та гідрохімічних показників водного середовища в районі проведення робіт під впливом природних та антропогенних чинників.

### 6.1. Регулярні гідрологічні спостереження

Основу мережі та програми гідрологічних спостережень становлять мережа гідрологічних постів та гідрометричних створів на гирловій ділянці р. Дунай, яка обслуговується Дунайською ГМО, і до якої у 2004 р. (у зв'язку із завданням моніторингу впливу ГСХ) були додані додаткові гідрологічні пости у витоках гирл Бистре та Циганське.

Метою робіт є:

- спостереження за динамікою гідрологічних характеристик дельти Дунаю в процесі відновлення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море;
  - виявлення тенденцій природних і антропогенних змін гідрологічного режиму на українській ділянці дельти Дунаю;
  - розробка прогнозу змін гідрологічних процесів на українській ділянці дельти Дунаю;
- У 2005 році гідрологічні спостереження включають наступні види робіт:
- виконання регулярних спостережень за стандартними програмами на мережі діючих гідрологічних постів і створів в дельті Дунаю;
  - організація і проведення спеціальних експедиційних робіт по дослідженню природної і антропогенної змінності гідрологічних процесів в дельті Дунаю.

На протязі 2005 року передбачається:

- щоденні спостереження за рівнем і температурою води та льодовими явищами (при наявності) на постах Рені, Ізмаїл, Кіслиця, Кілія, Лиски, Вілкове, Прорва, Усть-Дунайськ и Приморське;
- щоденні спостереження за рівнем води на постах Бистрий і Циганський;
- щоденні спостереження за мутністю води на постах Рені, Ізмаїл, Вілкове і Прорва;
- вимірювання 8 разів на рік витрат води і завислих наносів на гідростворах рукавів Кілійський (54 міля, 115 і 20 км), Очаковський (15,5 км), Анкудинів (виток), Бистрий (виток) і Старостамбульський (10 км).

- вимірювання 5 разів на рік витрат води і завислих наносів на 14 гідрометричних створах.

- спостереження за динамікою морського краю Кілійської дельти: від гирла рук. Полуденного до гирла рук. Циганського (всього 10 створів, один раз на рік – в межень).

Перелік пунктів мережі гідрологічних спостережень в дельті Дунаю з вказаним переліком показників наведений в таблиці 2. Крім показників, що вимірюються безпосередньо, в таблиці 2 наведені розрахункові показники (витрати води та витрати завислих наносів), які

**Таблиця А.** Перелік пунктів мережі гідрологічних спостережень, показників та частота спостереження

№	Водний об'єкт, пункт	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень						
			H	T	S	$\rho$	Q	$Q_H$	$R_{\rho*Q}$
1	р. Дунай – Рені	163,3	730	730	-	365	-	365	365
2	р. Дунай – 54 миля	136,4	-	-	-	8	8		8
3	рук. Кілійський – 115 км	115,2	-	-	-	8	8		8
4	рук. Кілійський – Ізмаїл	93,6	730	730	-	365	-	365	365
5	рук. Кілійський – 70 км	70,4	-	-	-	5	5		5
6	рук. Іванешть – 12,5 км	72,5	-	-	-	5	5		5
7	рук. Кіслицький – 27,8 км	74,0	-	-	-	5	5		5
8	рук. Кіслицький – Кіслиця	68,0	730	730	-	-	-		-
9	рук. Кілійський – Кілія	47,0	730	730	-	-	-		-
10	рук. Прямий – 30 км	30,0	-	-	-	5	5		5
11	рук. Соломонів – 10 км	32,0	-	-	-	5	5		5
12	рук. Соломонів – Лиски	27,5	730	730	-	-	-		-
13	рук. Кілійський – 20 км	20,0	-	-	-	8	8		8
14	рук. Кілійський – Вилкове	18,0	876 0	730	-	365	-	365	365
15	рук. Очаківський – 15,5 км	15,5	-	-	-	8	8		8
16	рук. Анкудинів – виток	12,0	-	-	-	8	8		8
17	рук. Полудений – виток	6,0	-	-	-	5	5		5
18	рук. Прорва – 3,6 км	3,6	876 0	730	-	365	5		365
№	Водний об'єкт, пункт	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень						
			H	T	S	$\rho$	Q	$Q_H$	$R_{\rho*Q}$
19	рук. Гнеушів – виток	3,0	-	-	-	5	5		5
20	рук. Потапівський – виток	3,8	-	-	-	5	5		5
21	рук. Бистрий – виток	9,5	730	-	-	8	8	365	8/ 365
22	рук. Старостамбульський – 10 км	15,0	-	-	-	8	8		8
23	рук. Східний – виток	7,0	-	-	-	5	5		5
24.	рук. Лимба – виток	7,7	-	-	-	5	5		5

№	Водний об'єкт, пункт	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень						
			Н	Т	S	ρ	Q	Q <sub>Н</sub>	R <sub>ρ*Q</sub>
25	рук. Старостамбульський – гирло	7,0	-	-	-	5	5		5
26	рук. Курильський – виток	5,0	-	-	-	5	5		5
27	рук. Циганський – виток	2,0	730	-	-	5	5		5
28	Чорне море, Жебриянська бухта, п. Усть-Дунайськ	-	730	730	365	-	-		-
29	Чорне море, Жебриянська бухта, с. Приморське	-	730	730	365	-	-		-

Примітка: Н - Рівень води, см; Т - Температура води, °С (поверхня); S - Солоність води, ‰ (поверхня); ρ - Мутність води, г/м<sup>3</sup>; Q - Витрати води, м<sup>3</sup>/с; Q<sub>Н</sub> - Витрати води (розрахунок на основі значень Н), м<sup>3</sup>/с; R<sub>ρQ</sub> - Витрати завислих наносів, кг/с.

## 6.2. Регулярні гідрохімічні спостереження

Оснoву мережі пунктів та програми регулярних гідрохімічних спостережень в рамках Програми комплексного екологічного моніторингу при відновленні ГСХ становлять мережа та програма, що обслуговується Дунайською ГМО. Перелік мережі станцій регулярних спостережень якості води наведені у таблиці 3.

При визначенні мережі пунктів регулярних спостережень врахована завдання оцінки впливу на якість водного середовища робіт з облаштування ГСХ та експлуатації ГСХ, відокремленого від інших, у тому числі транскордонних, антропогенних та природних впливів.

Метою робіт є

- спостереження за динамікою гідрохімічних характеристик дельти Дунаю в процесі відновлення ГСХ Дунай – Чорне море;
- виявлення тенденцій природних і антропогенних змін гідрохімічного режиму на українській ділянці дельти Дунаю.

У 2005 році гідрохімічні спостереження включають наступні види робіт:

- проведення регулярних спостережень за стандартними програмами на мережі діючих (10) та додаткових (6) станцій на українській ділянці дельти Дунаю – 12 разів на рік;
- проведення додаткових спостережень за елементами гідрохімічного режиму на трасі ГСХ Дунай – Чорне море, зокрема проведення спостережень за проникненням солених вод в рук. Бистрий (5 точок контролю, 12 разів на рік);
- аналіз і узагальнення даних ретроспективних гідрохімічних спостережень на українській ділянці дельти Дунаю.

Перелік показників та частота відбору проб наведені у таблиці 4.

Таблиця 3 - Перелік пунктів мережі регулярних спостережень

Код	Пункти відбору проб за державною програмою	Додаткові пункти відбору проб по трасі ГСХ	Назва	Відстань від морського краю дельти, км	Місце відбору проб
R01	X		Дунай, вище Рені 2 км	71 миля	Середина
R02	X		Дунай, нижче Рені 1 км	68 миля	Середина
R03		X	Дунай - вище рук. Тульчинський	116 км	Середина
R04	X		рук. Кілійський - Ізмаїл, 10 км вище	103 км	Середина
R05	X		рук. Кілійський - Ізмаїл	96 км	Середина
R06	X		рук. Кілійський - Ізмаїл, 1 км нижче	89,9 км	Середина
R07	X		рук. Кілійський - Кілія, 4 км вище	49 км	Середина
R08	X		рук. Кілійський - Кілія, 6 км нижче	39 км	Середина
R09	X		рук. Кілійський - Кілія, 13 км нижче	32 км	Середина
R10	X		рук. Кілійський - Вилкове, 1 км вище	21 км	Середина
R11	X		рук. Кілійський - Вилкове, 1 км нижче	17 км	Середина
R12		X	рук. Старостамбульський – вище рук. Бистрий	11 км	Середина
R13		X	рук. Бистрий	0 км	Середина
R14		X	рук. Очаківський	6 км	Середина
R15		X	рук. Старостамбульський	0 км	Середина

Таблиця 4 - Перелік показників та частота спостережень

№	Показник	Позначення	Одиниця	Пункт	Частота відбору проб, раз на рік	Горизонт (поверхня, дно)
	<b>Гідрофізичні показники</b>					
1	Температура води	T	°C	R01-R15	12	П, Д
2	Концентрація іонів водню	pH	-	R01-R15	12	П
3	Електропровідність	Cond	мкСм/см	R01-R15	12	П, Д
				R13+ <sup>+</sup> (4 точки)	12	П, С, Д
4	Прозорість	Trans	м	R01-R15	12	П
5	Завислі речовини	SS	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д

№	Показник	Позначення	Одиниця	Пункт	Частота відбору проб, раз на рік	Горизонт (поверхня, дно)
	<b>Гідрохімічні показники:</b>					
6	Розчинений кисень	DO	мг О/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
7	Діоксид вуглецю	CO <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
8	БПК5	BOD <sub>5</sub>	мг О/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
9	ПО	COD <sub>Mn</sub>	мг О/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
10	ХПК	COD <sub>Cr</sub>	мг О/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
11	Азот амонійний	NH <sub>4</sub> -N	мг N/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
12	Азот нітритний	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	мг N/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
13	Азот нітратний	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	мг N/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
14	Фосфор ортофосфатів	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup> -P	мг P/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
15	Фосфор органічний	P-org	мг P/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
16	Загальний фосфор	P-total	мг P/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
17	Кремній	Si	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
18	Сухий залишок	TDS	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
19	Жорсткість загальна		мг-екв/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
20	Лужність	Alk	мг-екв/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
21	Хлориди	CL <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
22	Сульфати	SO <sub>2</sub> <sup>-4</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
24	Гідрокарбонати	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
25	Кальцій	Ca <sup>2+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
26	Магній	Mg <sup>2+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
27	Сума натрію та калію	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
28	Нафтопродукти	Petr	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
29	СПАР	AAS	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
30	Феноли	Phenol	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
31	Хром VI <sup>+</sup> - розч.	Cr 6 <sup>+</sup> (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>	R01-R15	12	П, Д
32	Залізо загальне – розч.	Fe (dis)	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R02	12 <sup>*)</sup>	П, Д
33	Марганець - розч.	Mn (dis)	мг/дм <sup>3</sup>	R10-R11	7 <sup>**)</sup>	П, Д
34	Цинк – розч.	Zn (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>	R12-R15		
35	Сінець - розч.	Pb (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>			
36	Залізо валове	Fe (total)	мг/дм <sup>3</sup>	R01-R03, R10-R13	3 <sup>***)</sup>	П, Д
37	Марганець валовий	Mn (total)	мг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
38	Цинк валовий	Zn (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
39	Сінець валовий	Cd (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д (
40	Нікель - розч.	Ni (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
41	Нікель валовий	Ni (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
42	Мідь - розч.	Cu (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
43	Мідь валова	Cu (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
44	Хром валовий	Cr (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
45	Кадмій - розч.	Cd (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д
46	Кадмій валовий	Cd (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	П, Д

№	Показник	Позначення	Одиниця	Пункт	Частота відбору проб, раз на рік	Горизонт (поверхня, дно)
47	Миш'як - розч.	As (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***</sup> )	П, Д
48	Миш'як валовий	As (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***</sup> )	П, Д
49	Ртуть – розч.	Hg (dis)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***</sup> )	П, Д
50	Ртуть валова	Hg (total)	мкг/дм <sup>3</sup>		3 <sup>***</sup> )	П, Д
51	□-ГХЦГ	□-НСН	мкг/дм <sup>3</sup>	R01, R04-	6	П, Д
52	□-ГХЦГ	□-НСН	мкг/дм <sup>3</sup>	R10		
53	□-ГХЦГ	□-НСН	мкг/дм <sup>3</sup>	R12-R13		
54	ДДТ	DDT	мкг/дм <sup>3</sup>			
55	ДДД	DDD	мкг/дм <sup>3</sup>			
56	ДДЕ	DDE	мкг/дм <sup>3</sup>			
57	Хлорофіл-а		мкг/дм <sup>3</sup>	R01, R10-13	3 <sup>***</sup> )	П

Примітки:

+) 4-6 додаткових точок для дослідження проникнення солених вод в рук. Бистрий

\*) Визначення виконуються ДГМО

\*\*) у т.ч. 4 проби/рік – ДГМО, 3 проби/рік – УкрНДІЕП в рамках комплексних експедиційних досліджень

\*\*\*) УкрНДІЕП в рамках комплексних експедиційних досліджень (3 проби/рік)

### **7. Контрольні виміри якості води при розчистці бара та при розчистці перекатів ріки Дунай, моніторинг берегових відвалів ґрунту, моніторинг у зоні морського відвалу ґрунту.**

Роботи по розділу “Контрольні виміри...” виконуються наступними організаціями:

1) Державне управління екології та природних ресурсів в Одеській області:

– гідрохімічні спостереження;

2) ДЦ “Ноосфера” (м. Одеса):

- контрольні виміри якості порової води у донних відкладах під час проведення днопоглиблювальних робіт;

- моніторинг берегових відвалів та їх впливу на прилеглі ділянки;

3) ОФ ІнБПМ (м. Одеса):

- моніторинг у зоні морського відвалу ґрунту – в рамках комплексних експедиційних досліджень.

Задачею контрольних вимірів є безпосередня оцінка техногенного впливу на якість води у процесі виїмки ґрунту, контроль якості води в районах гідровідвалів (руслових відвалів ґрунту), екологічний контроль стану берегових відвалів ґрунту та контроль у зоні морського відвалу ґрунту під час проведення робіт з облаштування суднового ходу.



### 7.1. Ділянки відбору проб контрольних вимірів та перелік показників - вода

Ділянки відбору проб, а також час виконання контрольних вимірів якості води визначаються проектними рішеннями та ходом будівельних робіт з відновлення ГСХ (фаза II – повний розвиток):

- 1) пережат 11 км;
- 2) пережати 20,5 – 26 км,
- 3) пережат 26-31 км;
- 4) пережат 31-33 км;
- 5) пережат 33-39 км;
- 6) пережат 46,5 – 53 км;
- 7) пережат 60 - 64 км,
- 8) пережат 64-68,5 км,
- 9) пережат 68,5 - 71 км,
- 10) пережат 71 – 75,5 км,
- 11) пережат 75,5 – 78 км;
- 12) пережат 112,5 – 115 км;
- 13) пережат 139,7 – 142,4 км;
- 14) пережат 152,3 – 153,4 км.
- 15) русловий відвал ґрунту – 58 км;

При здійсненні контролю впливу днопоглиблювальних робіт на якість води проби відбираються:

- у створі 0,5 км вище місця проведення робіт;
- у створі 0,5 км нижче місця проведення робіт;
- у створі 1 км нижче місця проведення робіт.

У цих створах проби відбираються у трьох точках по перетину русла ріки та на трьох горизонтах (0, 1/2 та 1 глибини) – усього 9 проб у кожному створі;

- у створі нижче 2 км від місця проведення робіт – на трьох горизонтах по фарватеру.

В рамках одного дослідження на кожній окремій ділянці, що контролюється у даному кварталі, серія контрольних вимірів проводиться виконується двічі - на протязі 2-3 днів (за тією ж самою програмою).

В рамках моніторингу виконується не менше 1 дослідження на квартал на кожній ділянці, на якій ведуться роботи. Загальна запланована кількість проб в рамках контрольних вимірювань якості води – 270 проб.

Перелік показників контрольних вимірювань наведений у таблиці 5.

Таблиця 5 - Перелік показників контрольних вимірів (вода)

№ з/п	Показники	Одиниці виміру
1	Температура води	°С
2	pH	pH
3	Розчинений кисень	мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
4	Електропровідність	мкСм/дм <sup>3</sup>
5	Біохімічне споживання кисню (БСК <sub>5</sub> )	мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
6	ПО	мг O/дм <sup>3</sup>
7	ХСК	мг O/дм <sup>3</sup>
8	Загальна кількість завислих речовин	мг/дм <sup>3</sup>
9	Фосфор загальний	мг P/дм <sup>3</sup>
10	Фосфор ортофосфатів	мг P/дм <sup>3</sup>
11	Азот амонійний	мг N/дм <sup>3</sup>
12	Азот нітритний	мг N/дм <sup>3</sup>
13	Азот нітратний	мг N/дм <sup>3</sup>
14	Кремній	мг/дм <sup>3</sup>
15	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>
16	Залізо валове	мг/дм <sup>3</sup>
17	Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>

### 7.2. Моніторинг берегових відвалів ґрунту

Моніторинг берегових відвалів ґрунту в рамках Програми комплексного екологічного моніторингу виконується ДЦ “Ноосфера”, м. Одеса. Моніторинг берегових відвалів ґрунту включає наступні види експедиційних робіт та лабораторних досліджень:

1) виконання синхронних спостережень за рівнями води: на

- ділянках складування ґрунту;
- у р. Дунай та рукавах - в створах складування,
- у відводних каналах;

2) дослідження хімічного складу ґрунтів на територіях, прилеглих до ділянок складування (у т.ч. важкі метали - Cu, Cd, Zn, Pb, Hg та нафтопродукти); агроекологічна оцінка ґрунтів місць складування;

3) визначення гранулометричного складу ґрунтів; аналіз хімічного складу ґрунту (водна витяжка) по кожному відвалу по групам елементів:

- важкі метали – Cu, Cd, Zn, Pb, Hg;
- біогенні елементи: C<sub>орг.</sub>, група азоту, група фосфору;
- нафтопродукти.

Оцінка якості ґрунту згідно із нормами придатності для землеробства.

Аналіз складу ґрунтів, що надходять на берегові відвали ґрунту виконується щоквартально.

### 7.3. Моніторинг у зоні морського відвалу ґрунту

Моніторинг у зоні морського відвалу ґрунту виконується ОФ ІнБПІМ в рамках

комплексних експедиційних досліджень 3 рази на рік. Склад відповідних робіт наведений у розділі 8 Програми.

### **8. Комплексні експедиційні обстеження**

Роботи по розділу “Комплексні експедиційні обстеження” виконуються наступними організаціями:

1) УкрНДПЕП:

координація робіт;

гідрохімічні дослідження на прісноводних ділянках експедиційних робіт, вміст хлорофілів (прісноводна ділянка робіт);

2) ОФ ІнБПМ НАНУ:

гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні дослідження на прилеглий частині Чорного моря, у тому числі в районі морського відвалу ґрунту;

3) ІГБ НАНУ:

гідробіологічні дослідження в рамках прісноводної частини експедиційних обстежень; УкрНДПЕП організує та контролює комплексні експедиції з максимально можливим використанням плавзасобів.

Комплексні експедиційні обстеження спрямовані на більш глибоке вивчення впливу антропогенних факторів та природних процесів на стан оточуючого природного середовища.

Цілями експедиційних робіт є

- отримання комплексних гідроекологічних оцінок стану української частини дельти Дунаю та прилеглої частини Чорного моря;
- комплексна оцінка впливу робіт з відновлення ГСХ Дунай-Чорне море на стан біоценозів;
- отримання гідробіологічних та гідрохімічних даних, необхідних для розрахунків збитків водному середовищу та біоресурсам внаслідок робіт з відновлення ГСХ Дунай – Чорне море;
- виконання досліджень, проведення яких в рамках регулярних спостережень є недоцільним з екологічної та/або економічної точки зору (зокрема ряд хімічних досліджень в рамках прісноводної частини експедиційних обстежень виконуються на мережі регулярних спостережень і доповнюють відповідну програму – див. п.6.2., табл. 5).
- уточнення та корегування програми регулярних спостережень.

Комплексні експедиційні дослідження включають виконання детального гідробіологічного і гідрохімічного дослідження стану екосистем української частини дельти Дунаю по трасі ГСХ, дослідження в межах ДБЗ по основних рукавах (Очаківський, Прорва,

Бистрий, Східний, Старостамбульський), дослідження в баровій частині гирла Бистре та на 8-км ділянці придунайської частини Чорного моря (від г. Прорва до морського кордону Україна – Румунія).

Комплексні експедиційні дослідження у 2005 р. проводяться за таким графіком:

- 1) весна (квітень-травень) – приурочене до піку весняної повені;
- 2) літо (липень-серпень) – приурочене до максимальних температур;
- 3) осінь (вересень-жовтень) – приурочене до найнижчих рівнів витрат воду під час літньо-осінньої межені.

### **Програма комплексних експедиційних обстежень**

#### **1) Розміщення дослідних станцій та обсяги відбору проб**

а) Прісноводна ділянка робіт.

Гідрохімічні дослідження:

- На стаціонарних пунктах мережі регулярних спостережень:

у частині програми досліджень, яка доповнює регулярні спостереження:

важкі метали - 7 станцій (R01-R03, R10-R13); також на рук. Східний - 2 станції – всього 9 станцій; проби відбираються по фарватеру з двох горизонтів (див. програму регулярних спостережень);

хлороганічні пестициди у воді – 3 станції (R11-R13);

хлороганічні пестициди у донних відкладах – 4 станції (R01, R11-R13) – 1 раз на рік;

хлорофіли – 5 станцій (R01, R10-13).

- В місцях проведення робіт:

не менше ніж на трьох ділянках днопоглиблення; на кожній ділянці проби відбираються в трьох створах: 0,5 км вище за течією, в місці проведення робіт, 0,5 км нижче за течією. У кожному створі відбір гідрохімічних проб виконується по фарватеру (вода – 2 горизонти, донні відклади) і в прибережній частині (вода – 1 горизонт, донні відклади). Всього не менше 27 проб води та 18 проб донних відкладів на кожне обстеження. Виконуються визначення:

біогенних елементів,

показників групи кисню (розчинений кисень, ПО, БСК5, ХСК),

важких металів (у воді - Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Cd, As, Hg, Pb - розчинена фаза та валовий вміст, у донних відкладах – Zn, Ni, Cu, Cd, Hg, Pb, As),

хлороганічних пестицидів (донні відклади – 1 точка на ділянку, у воді – 2 змішана проби – вище і нижче ділянки робіт),

нафтопродуктів (у воді та у донних відкладах).

Отже, в рамках прісноводної частини експедиційних робіт передбачається – в рамках

кожного експедиційного обстеження – відбір проб на гідрохімічні дослідження не менше ніж у 18 створах, у тому числі:

- 45 проб води;
- 18 проб ґрунту.

Відбір матеріалу щодо досліджень біоаккумуляції важких металів та хлорорганічних пестицидів виконується 1 раз на рік – не менше 6 проб.

Гідробиологічні проби відбираються:

- на всіх станціях стаціонарних пунктів: 16 створів – по фарватеру (мікробіологія, фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос);
- на 2 станціях в рук. Восточний – по фарватеру (мікробіологія, фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос);
- в місцях проведення робіт – у 3 створах по на кожну ділянку робіт по фарватеру (мікробіологія, фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос) і в прибережній частині (макрозообентос) – всього 9 створів.

Отже всього в рамках прісноводної частини експедиційних досліджень в рамках кожного обстеження гідробиологічні проби відбираються:

- мікробіологія, фітопланктон, зоопланктон – у 27 точках відбору;
- макрозообентос – 36 точках відбору.

#### б) Морська ділянка робіт

В рамках морської частини експедиційних обстежень в ході кожного обстеження передбачається відбір проб на гідрохімічні дослідження не менш ніж на 16 станціях, у тому числі:

- 40 проб води (з урахуванням вертикальної стратифікації водних мас);
- 16 проб ґрунту.

Гідробиологічні дослідження (мікробіологія, фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос, мейобентос, вміст хлорофілів) виконується на кожній з 16 станцій.

Розміщення станцій враховує напрямки переносу водних мас та завислих наносів. Не менше п'яти станцій повинні бути розміщені в зоні впливу морського відвалу ґрунту.

### **2) Гідрологічні дослідження (морська частина експедиції)**

Експедиційні роботи включають дослідження швидкостей вертикальних і горизонтальних водних мас, структуру їх розподілу в авандельті Дунаю, у тому числі спеціальні виміри профілів солоності і температури від дна до поверхні води, а також вимірювання швидкості течій.

### **3) Гідрохімічні дослідження (вода, донні відклади, біоаккумуляція)**

Гідрохімічні дослідження під час проведення комплексних експедиційних обстежень

виконуються по повній програмі регулярних гідрохімічних досліджень при розширенні переліку станцій, на яких виконується відбір проб (див. вище), переліку середовищ, в яких визначаються концентрації речовин, у тому числі:

- донні відкладення (важкі метали, нафтопродукти, хлорорганічні пестициди (тільки прісноводна частина));

- гідробіонти (біоаккумуляція важких металів та хлорорганічних пестицидів – тільки прісноводна частина).

#### 4) Гідробіологічні дослідження

Гідробіологічні дослідження під час проведення комплексних експедиційних обстежень виконуються з метою:

- визначення тенденцій динаміки стану популяцій, угруповань, гідробіоценозів та гідро екосистем;

- збору даних для оцінки збитків, що завдаються біоресурсам внаслідок виконання робіт з відновлення ГСХ;

- контролю біологічних інвазій (видів-вселенців, що потрапляють до природних водойм з баластними водами суден), виявлення фактів нових інвазій, оцінка впливу видів-вселенців на нативну флору і фауну.

Основні напрямки гідробіологічних досліджень під час проведення комплексних експедицій у дельті Дунаю наведені в таблиці 6.

Таблиця 6 - Основні напрямки і завдання гідробіологічних досліджень

Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники та завдання дослідження
Мікробіологічні показники	Прісноводна	Визначення сезонного стану мікробіологічних показників: загальна чисельність бактерій та чисельність сапрофітних бактерій; екологічна оцінка стану екосистем за мікробіологічними показниками
	Морська	
Альгоугруповання (фітопланктон та фітоперифітон)	Прісноводна	Загальна чисельність, кількість видів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види та види – індикатори сапробності, хлорофіли; екологічна оцінка стану екосистеми за альгологічними показниками; визначення сапробності
	Морська	Загальна чисельність кліток, кількість видів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, хлорофіли; оцінка кормового и не кормового фітопланктону; екологічна оцінка стану екосистеми за альгологічними показниками

Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники та завдання дослідження
Зоопланктон	Прісноводна	Загальна чисельність організмів, загальна кількість видів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групі, масові види та види – індикатори сапробності; екологічна оцінка стану екосистеми за показниками зоопланктону; визначення сапробності
	Морська	Загальна чисельність організмів, загальна кількість видів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групі, масові види; кількісна оцінка меропланктону (пелагічних личинок донних безхребетних); оцінка кормового і не кормового зоопланктону
Макрофауна безхребетних (зообентос та зооперифітон)	Прісноводна	Загальна чисельність, загальна біомаса, загальна кількість видів, кількість груп, чисельність видів в групах, чисельність і біомаса основних груп. Екологічна оцінка стану екосистеми за показниками угруповань макрофауни безхребетних, визначення сапробності за Пантле-Букком, та інтегрального стану водних екосистем із застосуванням біотичних індексів (ТВІ).
Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники та завдання дослідження
	Морська	Оцінка стану донної макрофауни району дослідження: біорізноманіття, чисельність і біомаса, співвідношення різних груп; оцінка стану популяцій масових видів двостулкових молюсків; оцінка стану кормової бази риб; екологічна оцінка стану екосистеми за показниками бентосних угруповань, та особливостей їх сезонних змін
Мейобентос	Морська	Оцінка біологічного різноманіття, кількісних показників і характеристик просторового розподілу; визначення стану кормової бази риб личинок і молоді риб, та її сезонних змін

## 9. Моніторинг стану іхтіофауни

Виконавцем робіт за даним розділом є океанографії ДП “ОдЦПівденьНІРО”, м. Одеса. При виконанні робіт за Розділом 9 також використовуються результати робіт за іншими розділами Програми, зокрема результати експедиційних досліджень (Розділ 8 Програми).

Метою досліджень є вивчення впливу гідротехнічних робіт на прохідні та туводні види риб, яки мешкають в районі проведення робіт по створенню судноплавного ходу Дунай – Чорне море. Розробка рекомендацій по організації та регулюванню рибальства на р. Дунай.

Завдання досліджень:

вивчення стану популяцій прохідних та туводних видів риб;

вивчення впливу будівельних робіт, пов'язаних з судноплавним шляхом по українській

ділянці р. Дунай, на прохідні та туводні види риб та здійснення промислу;

розробка відповідних рекомендацій щодо ведення промислу та рибогосподарського використання української ділянки р. Дунай;

розрахунки збитків, які заподіяні рибному господарству під час проведення гідротехнічних робіт.

Роботи включають:

- аналіз та узагальнення архівних та статистичних матеріалів щодо промислу прохідних та туводних видів риб в авандельті та р. Дунай;

- вивчення іхтіоценозу району проведення гідротехнічних робіт, його якісні та кількісні характеристики;

- збір матеріалів з біології прохідних та туводних видів риб, їх обробка;

- вивчення ефективності нересту та початкового етапу нагулу личинок промислових видів риб;

- аналіз сучасної промислової обстановки та її змін в гирлі Бистре дельти р. Дунай під час будівництва другої черги судноплавного шляху.

- вивчення впливу робіт, які здійснюються, на рибопродуктивність р. Дунай та її авандельти;

- розрахунки збитків, які заподіяні рибному господарству під час проведення гідротехнічних робіт.

- розробку рекомендацій щодо організації та регулювання рибальства в дельті р. Дунай під час експлуатації ГСХ;

Збір та обробка матеріалів, які характеризують стан популяцій прохідних та туводних видів риб, проводиться під час науково-дослідних ловів на контрольно-спостережних пунктах (КСП) ОдЦПівденНІРО з плавних та стаціонарних знарядь лову згідно методик, які існують в системі Укрдержрибгоспу та НАН України.

#### **10. Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів**

Виконавцем робіт за даним розділом є Дунайський біосферний заповідник НАН України.

Метою робіт за даним розділом є оцінка впливу відновлення ГСХ на стан рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів на території Дунайського біосферного заповідника.

Роботи за даним розділом включають:

- оцінка динаміка флори ДБЗ під впливом природних та антропогенних чинників;

- дослідження впливу відновлення ГСХ Дунай-Чорне море на стан флори ДБЗ; оцінка впливу берегових відвалів ґрунту, берегозакріплюючих та інших робіт на стан рослинності



ДБЗ; прогноз змін фітосистем заповідника;

- оцінка динаміки видового складу і чисельності популяції герпетофауни, орнітофауни, ссавців ДБЗ під впливом природних та антропогенних чинників;
- оцінка впливу відновлення ГСХ на тваринні угруповання ДБЗ.

### **11. Розрахунки збитків та компенсаційних платежів**

За результатами моніторингу виконуються оцінки збитків та розрахунки компенсаційних платежів, зокрема:

- розрахунки збитків, які заподіяні рибному господарству під час проведення гідротехнічних робіт. Виконавець ДП “ОдЦПівденьНПРО”, м. Одеса;
- розрахунки збитків, що завдаються водному середовищу в наслідок відновлення ГСХ Дунай-Чорне море. Виконавець – ЧорноморНДППроект, м. Одеса.

Розрахунки збитків і компенсаційних платежів виконуються щоквартально.

При розрахунках використовуються офіційно затвержені методики.

При розрахунках збитків відповідальні організацію використовують результати власних досліджень, а також результати досліджень інших співвиконавців Програми, які надаються відповідальним за розрахунки організаціям у робочому порядку через Генерального підрядника – УкрНДПЕП.

### **12. Забезпечення якості спостережень**

З метою забезпечення якості спостережень Програмою передбачається:

- виконання робіт тільки акредитованими лабораторіями;
- уніфікація методів відбору проб;
- використання встановленого переліку методик визначення показників;
- виконання стандартних процедур контролю якості хіміко-аналітичних досліджень;
- залучення до виконання гідробіологічних та інших спеціальних досліджень спеціалізованих лабораторій провідних українських галузевих інститутів і інститутів Національної Академії наук України.

### **13. Інформаційний менеджмент**

Інформаційний менеджмент в рамках виконання Програми включає інтеграцію всіх даних, отриманих від організацій співвиконавців в ході проведення робіт в єдиній базі даних, їх логічний контроль, аналіз та обробку.

УкрНДПЕП, як генеральний підрядник, забезпечує інтеграцію даних, отриманих від всіх виконавців Програми, їх аналіз, обробку та підготовку об'єднаних звітів за етапами виконання Програми.

Результати регулярного моніторингу, контрольних вимірювань та комплексних експедиційних досліджень оформлюються субпідрядниками у вигляді щоквартальних звітів

та щорічного звіту, які містять: опис мережі моніторингу з географічною та гідрографічною прив'язкою точок гідрологічних вимірювань та відбору проб (точність географічних координат – до десятої долі секунд); опис методик відбору проб та аналітичних методів з наведенням відомостей щодо меж визначення та похибки; дати та час відбору проб; результати вимірювань; аналіз даних моніторингових спостережень.

Для звітів за результатами гідробіологічних досліджень, в разі застосування індексів сапробності, наводяться списки видів – індикаторів та інша інформація, що використовується при обчисленні індексу.

З метою вдосконалення інформаційного менеджменту в рамках Програми у 2005 році УкрНДІЕП спільно з ЦМЗР виконує роботи щодо створення геоінформаційної компоненти бази даних Програми.

Зокрема, в рамках створення геоінформаційної компоненти бази даних програми ЦМЗР виконує ретроспективний аналіз руслових, заплавних та екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря за допомогою сучасних інформаційних технологій:

- проводиться аналіз наявності матеріалів ДЗЗ на територію досліджень за період 1960-2004 рр.; визначається перелік необхідних матеріалів для проведення аналізу руслових, заплавних та екологічних процесів в дельті та прибережній частині моря.

- виконується комп'ютерна обробка матеріалів ДЗЗ;

- здійснюється комп'ютерний аналіз руслових, заплавних та екологічних процесів в дельті Дунаю та в прибережній частині моря за ретроспективними даними космічної зйомки.

Підготовка зведених звітів виконується Генеральним підрядником (УкрНДІЕП).  
Порядок підготовки звітів вказаний в п. 3.

#### **14. Дії у випадку надзвичайного (аварійного) забруднення**

У випадку виявлення в ході виконання моніторингових робіт за даним договором надзвичайного (аварійного) забруднення, результати спостережень передаються до компетентних органів Мін природи України, які діють відповідно до міжнародного керівництва головних міжнародних центрів оповіщення міжнародної системи оповіщення про аварійні та надзвичайні ситуації у басейні ріки Дунай (AEWS).

#### **15. Перегляд та коригування Програми**

Припускається перегляд та коригування Програми за результатами стаціонарних спостережень, контрольних вимірів та комплексних експедиційних досліджень. Зміни в Програмі узгоджуються с Замовником робіт.

## **Спільний транскордонний моніторинг екологічного стану Дельти Дунаю**

Дельта Дунаю є високо інтегрованою системою як з точки зору доступності, так із урахуванням екологічного аспекту. Національні кордони не мають відношення до його функціонування. Визнання цього факту створює реалістичний шлях для досягнення рішення, що буде прийнятним для обох країн, та буде корисним як для навколишнього середовища так і для внутрішнього судноплавства (Study on current situation and likely development of the Bystroe canal and Kiliya arm, Final report/ Transport Dialogue and Networks Interoperability II, October 2015).

Це співпадає з рекомендаціями розробленими Комісією Еспо у 2006 році та пропозиціями запропонованими Всесвітнім фондом природи та підсумками нещодавніх українсько-румунських консультацій проведених 5 березня та 09 жовтня 2015. Сторони дійшли до визнання необхідності проведення двостороннього моніторингу дельти р. Дунай.

23 листопада 2015 року відбулись консультації українських та румунських експертів з метою обговорення програми спільного комплексного екологічного моніторингу дельти р. Дунай. Румунська сторона погодилась взяти за основу програму моніторингу дельти р. Дунай представлену Науково-дослідною установою «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП) Міністерства екології та природних ресурсів України.

З точки зору охорони навколишнього середовища дельта Дунаю повинна розглядатися як єдина система, де природні процеси та антропогенні фактори мають вплив на всю дельту річки. Це свідчення вимагає загального підходу, який виходить за межі індивідуальних кордонів країни. Це є необхідним як для моніторингу (зокрема, осетрових міграцій), так і пом'якшувальних заходів, які повинні бути розроблені та реалізовані з урахуванням всієї системи Дельти, а не однієї області.

### **Загальні питання**

Загальні завдання з гармонізації спільного моніторингу повинні включати:

- контроль стану, динаміку та тенденції в компонентах природного середовища дельти Дунаю;
- оцінку стану якості води та стан екосистеми на основі хімічних і біологічних показників і критеріїв відповідно до сучасних методів оцінки і систем класифікацій, включаючи інтегровані екологічні та комплексні індекси і т.д.;
- оцінка впливу усіх видів господарської діяльності на територіях України, Румунії та інших держав басейну, на природне середовище дельти Дунаю;
- прогнозування зміни стану навколишнього природного середовища за рахунок впливу антропогенних факторів;

- оцінка і прогнозування змін екосистеми (гідрологія, гідрохімія та біота) під впливом клімату;
- розробка рекомендацій призначених для попередження та мінімізації потенційних негативних наслідків.

### **1. Спільний моніторинг**

Спільний моніторинг повинен бути розроблений з урахуванням всіх сезонів (зима, весна, літо і осінь), оскільки кожен з них має певні особливості впливу, включаючи природні процеси формування дельти.

### **2. Звітування**

Робота і звіти про результати спільного моніторингу повинні бути виконані на щорічній основі.

Щорічні звіти надаються міністерствам екології кожною зі сторін організаціями, які виконують координування, до 15 березня наступного року. Спільна річна доповідь включає в себе наступну інформацію:

- Опис робіт фактично закінчених відповідно до Програми;
- Короткий огляд результатів розроблених для кожної області діяльності;
- Відібрана підсумкова статистика в табличній формі;
- Рекомендації щодо потенційних змін стану навколишнього середовища і, якщо це доцільно, у вигляді плану;
- Прогнозні оцінки.

Англійська мова є основною мовою для звітності.

Інформація, що надається у додатках до Об'єднаного Річного звіту:

- Повний набір фактичних контрольних даних зібраний відповідно до Програми в табличній формі;
- Річні звіти, представлені виконавчими організаціями, залученими у впровадження системи спільного моніторингу.

Остаточна версія річного звіту розглядається під час спеціальних робочих зустрічей. Результати та висновки за річними звітами розглядаються і підтверджуються представниками виконавчих організацій.

### **3. Виконавчі організації**

**Головні румунські виконавчі організації**, відповідальні за впровадження робіт по Спільному моніторингу та його ключовим завданням, представлені в Таблиці 1.(Список румунських установ, залучених до впровадження спільного моніторингу буде заповнено румунською стороною).

**Таблиця 1. Список румунських установ залучених до впровадження спільного моніторингу**

No.	Організація / Адреса	Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки
1		
2		
3		

Головні українські виконавчі організації, відповідальні за впровадження робіт по Спільному моніторингу та його ключовим завданням, представлені в Таблиці 1.1(Список українських установ залучених до впровадження спільного моніторингу буде заповнено українською стороною).

**Таблиця 1.1 Список українських установ залучених до впровадження спільного моніторингу**

No.	Організація / Адреса	Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки
1.	Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), вул. Бакуліна, 6, м. Харків	Координатор робіт, експедиційні дослідження (гідробіологічні, гідрохімічні), встановлення екологічних ризиків, прогнозування наслідків господарської діяльності на українській частині дельти Дунаю
2.	Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО), вул. Героїв Сталінграду, 36, м. Ізмаїл	Гідрологічний та гідрохімічний моніторинг української частини дельти Дунаю
3.	Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) НАНУ вул. Татарбунарського Повстання 132,а, м. Вилкове, Одеська обл., Кілійський р-н	Моніторинг рослинних та тваринних угруповань ДБЗ та української частини дельти Дунаю
4.	ОдЦ ПівденНІРО, вул. Мечникова, 132, м. Одеса	Іхтіологічний моніторинг, у тому числі промислових видів з урахуванням їх господарського використання
5.	Інститут морської біології НАНУ, вул. Пушкінська, 37, м. Одеса	Моніторинг Дунайського узмор'я за гідрохімічними, гідробіологічними та гідрологічними показниками
6.	ДП «ЧорноморНДІпроект», пр. Шевченка, 12, м. Одеса	Розрахунки збитків від господарської діяльності на українській частині дельти Дунаю

No.	Організація / Адреса	Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки
7.	Інститут гідробіології (ІГБ) НАНУ, пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ	Гідробіологічні дослідження прісноводних екосистем української частини дельти Дунаю
8.	Інститут зоології НАНУ (ІЗАН), вул. Б. Хмельницького, 15, м. Київ	Дослідження наземних екосистем української частини дельти Дунаю
9.	Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, вул. Пушкінська, 83	Паразитофауна та мікробний фон транскордонних ділянок та української частини дельти Дунаю

#### 4. Фінансові ресурси

Головне фінансове джерело для впровадження спільного моніторингу в румунській частині – визначається румунською стороною.

Головне фінансове джерело для впровадження спільного моніторингу в українській частині – визначається українською стороною.

#### 5. Обсяг робіт

Узгоджений спільний моніторинг повинен включати наступні компоненти: Регулярні гідрологічні спостереження і регулярні спостереження за якістю води на основі спеціальної програми;

- 1) Вимірювання з контролю якості для води і донних відкладень під час проведення днопоглиблювальних робіт на територіях обох країн в області піщаної коси і мілководдя річки Дунай;
- 2) екологічний моніторинг в місці розташування прибережних ділянок з ґрунтом, вилученим при днопоглиблювальних роботах, і ділянок із звалищами в прибережній зоні;
- 3) Всебічні польові дослідження в українській та румунській частинах Дельти Дунаю та прилеглих територій Чорноморської прибережної зони;
- 4) Моніторинг іхтіофауни;
- 5) Моніторинг рослинних і тваринних угруповань, що населяють області біосферного заповідника Дельти Дунаю і ДБЗ, з урахуванням всіх чинників впливу;
- 6) Вплив рекреаційних навантажень та навігації на прибережні, водні та наземні екосистеми;
- 7) Аналіз екологічних процесів в Дельті Дунаю і прибережній зоні на основі супутникових зображень;
- 8) Прогнозування змін стану навколишнього середовища (засноване на вкладах кожної виконавчої організації); Створення спільного шляху для оцінки даних, отриманих в

результаті досліджень факторів навколишнього середовища: води, відкладень, біоти. Аналіз та інтерпретація отриманих даних;

- 9) Розвиток рекомендацій, розроблених для запобігання та пом'якшення впливу на навколишнє середовище в Дельті Дунаю.

Контроль факторів навколишнього середовища означає дослідження, прогноз, обізнаність та дії в цілях оцінки динаміки якісних змін факторів навколишнього середовища, і їх вплив на природні екосистеми, соціальні наслідки.

Екологічний моніторинг включає контроль фізичних, хімічних та біологічних забруднень, моніторинг за міграцією шкідливих речовин у навколишньому середовищі чи місцях проведення роботи, з вимірюванням кількості цих токсикантів у рослинних та тваринних організмах. Екологічний моніторинг також включає контроль за екологічним статусом класом транзитних екосистем за стандартами Водної Рамкової Директиви (WFD) та Морської стратегії (MFSD). Рибогосподарські та санітарно-гігієнічні нормативи використовуються в якості індикаторів при оцінці впливу.

Екологічні процеси пов'язані з головними функціями екосистем: передача енергії, кругообіг хімічних елементів і гомеостаз (процес підтримки рівноваги системи проти зовнішніх факторів).

## **6. Регулярні спостереження**

**Головна мета** регулярних спостережень полягає в тому, щоб зібрати точну і статистично перевірену інформацію по водному середовищу для оцінки впливу пов'язаного з природними та антропогенними факторами.

### **6.1. Гідрологічні спостереження**

Гідрологічний моніторинг повинен бути виконаний на основі мережі контролю і вимірювань потоку (витрати), використовуючи ручний відбір проб і автоматичні станції, встановлені в ключових пунктах, погоджених Сторонами.

Ключові завдання роботи включають:

- Контроль гідрологічних та морфологічних особливостей Дельти Дунаю, особливо в наступних областях: гирло рукава Бистре, гирло Старостамбульського, Затока Мусура і гирла рукава Сулинського (область між гирлом рукава Бистре і гирлом рукава Сулинського);
- Ідентифікація та оцінка тенденцій в гідрологічному і морфологічному режимі Дельти Дунаю, між гирлом рукава Бистре, рукавом і затокою Мусура і каналом Сулинським, викликаних природними та антропогенними факторами;
- Прогнозування змін у русловій частини та гідрологічних і морфологічних процесах, особливо в області: гирла рукава Бистре, гирла Старостамбульського, Затоки Мусура і

гирла рукава Сулинського (область між гирлом рукава Бистре і гирлом рукава Сулинського).

Гідрологічна програма моніторингу включає наступні дії:

- Впровадження регулярних спостережень в існуючій системі гідрологічного моніторингу та додаткові місця моніторингу в дельті Дунаю;
- Організація та впровадження спеціалізованих польових досліджень, розроблених для відстеження змін в гідрологічних процесах в Дельті Дунаю, внаслідок дії природних і антропогенних факторів;
- Продовження проведення гідрологічного та морфологічного моніторингу під час відповідного періоду, для визначення особливостей гідрологічних та морфологічних змін Дельти Дунаю.

В Дельті Дунаю були встановлені 10 пунктів (румунська сторона) та 19 пунктів (українська сторона) з гідрологічного моніторингу та запропоновано параметри, перераховані в Таблицях 2a і 2b.

**Таблиця 2a. Місцезаходження проведення гідрологічного моніторингу, показники і частота (румунська частина)**

No.	Ділянка /водний об'єкт / Розташування	Відстань від лінії моря, км	Параметри і частота моніторингу						
			Н	Т	Р	Ψ	Q	Q <sub>s</sub>	R <sub>ρQ</sub>
1									
2									

Примітки: Н – рівень води, см; Т – температура води, °С (на поверхні); Q – витрата стоку, м<sup>3</sup>/с; Q<sub>s</sub> – Перенесені потоки наносів, кг/с; R<sub>ρQ</sub> – потік завислих твердих речовин, кг/с; ≥С/рік - щонайменше (принаймні) ... операцій/рік; Ψ – Гранулометрія дна русла водного об'єкту; Р – поперечні і поздовжні профілі

Спільний моніторинг включає наступні розділи й частоти спостережень:

- Рівень води і температури (льодова обстановка, за наявності):

\* Двічі на день спостереження по пунктах:

\* Щоденні спостереження по пунктах:

- Водні стоки, 3 кампанії за рік – усі пункти;

- Зважені речовини - пункти:

- Донні наноси, що можуть переміщуватися - пункти:

- Гранулометрія русла річки - пункти :

- Трансверсальні і поздовжні профілі - всі пункти.



**Таблиця 2б. Місцезаходження проведення гідрологічного моніторингу, показники і частота (українська частина)**

№	Водний об'єкт, пункт	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень						
			H	T	S	$\rho$	Q	$Q_H$	$R_{\rho Q}$
1	р. Дунай – Рені	163,3	730	730	-	365	-	365	365
2	р. Дунай – 54 миля	136,4	-	-	-	3	3	-	3
3	рук. Кілійський – 115 км	115,2	-	-	-	3	3	-	3
4	рук. Кілійський – Ізмаїл	123,6	730	730	-	365	-	365	365
5	рук. Кілійський – 70 км	70,4	-	-	-	3	3	-	3
6	рук. Кілійський – Кілія	47,0	730	730	-	-	-	-	-
7	рук. Соломонів – 10 км	32,0	-	-	-	3	3	-	3
8	рук. Соломонів – Лиски	27,5	730	730	-	-	-	-	-
9	рук. Кілійський – 20 км	20,0	-	-	-	3	3	-	3
10	рук. Кілійський – Вилкове	18,0	8760	730	-	365	-	365	365
11	рук. Очаківський – 15,5 км	15,5	-	-	-	3	3	-	3
12	рук. Бистрий – виток	12,5	-	-	-	3	3	-	3
13	рук. Бистрий – гирло	1,5	730	730	-	365	-	365	365
14	рук. Старостамбульський – 10 км	15,0	-	-	-	3	3	-	3
15	рук. Східний – виток	7,0	-	-	-	3	3	-	3
16	рук. Лимба – виток	7,7	-	-	-	3	3	-	3
17	рук. Старостамбульський – гирло	4,0	730	730	-	-	3	-	-
18	рук. Курильський – виток	5,0	-	-	-	3	3	-	3
19	рук. Циганський – виток	2,0	-	-	-	3	3	-	3

Примітка: H - Рівень води, см; T - Температура води, °C (поверхня); S - Солоність води, ‰ (поверхня);  $\rho$  - Мутність води, г/м<sup>3</sup>; Q - Витрати води, м<sup>3</sup>/с;  $Q_H$  - Витрати води (розрахунок на основі значень H), м<sup>3</sup>/с;  $R_{\rho Q}$  - Витрати завислих наносів, кг/с.

**Українські установи відповідальні за гідрологічний контроль в річці:**

- Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія (ДНМО, Ізмаїл)

## **6.2. Гідрохімічні спостереження**

### **а) Моніторинг якості прісної води**

Пункти для регулярного моніторингу якості води визначаються з урахуванням потреб в оцінці, у тому числі, певних впливів на якість води, що пов'язані з відновленням та експлуатацією навігаційних маршрутів Дельти Дунаю способом, який відокремлює їх від інших впливів, включаючи транскордонні, антропогенні і природні фактори.

Ключові завдання роботи включають:

- Моніторинг гідрохімічних особливостей Дельти Дунаю;
- Ідентифікацію та оцінку тенденцій в хімічному складі води в Дельті Дунаю, обумовлених природними та антропогенними факторами.

Гідрохімічна програма моніторингу включає наступні дії:

- Регулярний контроль якості води, заснований на стандартних програмах моніторингу, в існуючих та додаткових контрольних пунктах, встановлених в Дельті Дунаю. Пункти моніторингу якості води включені в Мережу моніторингу, частоти відбору проб та відповідальні установи, представлені в Таблиці 3. Список контрольованих параметрів і частот відбору проб представлені в Таблиці 4.;
- Проведення додаткових спостережень щодо певних особливостей гідрохімічного режиму;
- Контроль якості води в запропонованих пунктах, виявлених під час відповідного періоду, для контролю впливу робіт з технічного обслуговування маршрутів глибокої навігації Дельти Дунаю (раз на місяць під час періоду робіт з технічного обслуговування);
- Огляд і підведення підсумків історичних даних моніторингу, що доступні для всієї Дельти Дунаю.

**Таблиця 3а. Ділянки моніторингу за якістю води, що включена до мережі моніторингу, частота відбору проб та відповідальна організація (Румунія)**

№.	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація
1.			
2.			
3.			

**Таблиця 3б. місцеположення проведення моніторингу, що включено до програми регулярного моніторингу (Україна).**

№	Назва	Відстань від морського краю дельти, км	Місце відбору проб
1	Дунай, - Рені	163,3	Середина
2	рук. Кілійський	115	Середина
3	рук. Кілійський	89,9	Середина
4	рук. Кілійський	49	Середина
5	рук. Кілійський	32	Середина
6	рук. Кілійський	21	Середина
7	рук. Очаковский	17	Середина
8	рук. Очаковский	6	Середина
9	рук Старостамбульський	11	Середина
10	рук Старостамбульський	4	Середина
11	рук. Бистрий	9,0	Середина
12	рук. Бистрий	1	Середина

**Українські відповідальні установи:**

Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія (DHMO, Ізмаїл)

Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (USRIEP, Харків)

Нижче наведено запропоновані раніше показники і частота відбору проб. Ці показники потребують уточнення й повинні бути тотожними для обох країн.

**Таблиця 4а. Список контрольованих показників і частоти відбору проб (румунська частина)**

No.	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
<b>Фізичні параметри:</b>				
1.	Температура (вода, повітря)	°C		12
2.	pH	-		12
3.	прозорість	m (cm)		12
4.	каламутність	NTU		12
5.	електропровідність	µS/cm		12
6.	Fix residue	mg/l		12
7.	солоність	mg/l		12
8.	Загальний вміст зважених часток	mg/l		12
<b>Хімічні параметри:</b>				
9.	сухий залишок	mg/l		12
10.	розчинений кисень	mg/l		12
11.	БСК5	mg O/l		12
12.	COD- Cr	mg O/l		
13.	перманганат окислюваність	mg O/l		12
14.	лужність	mval/l		12
15.	твердість	German degrees		12
16.	діоксид кремнію	mg/l		12
17.	хлориди	mg/l		12
18.	сульфати	mg/l		12
19.	натрій	mg/l		12
20.	кальцій	mg/l		12
21.	магній	mg/l		12
22.	нітрат	mg N/l		12
23.	нітрит	mg N/l		
24.	амоній	mg N/l		12
25.	Загальний азот	mg/l		12
27.	ортофосфати	mg P/l		12
28.	Фосфор загальний	mg P/l		12
29.	Нафтопродукти (вуглеводні)	µg/l		12
30.	поверхнево-активні речовини	mg/l		12
31.	феноли	mg/l		12

№.	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
32.	Органічні хлоровані пестициди (р, р'DDT і його похідні, Lindan)	µg/l		12
33.	Загальний РСВ(28,52,101,118,138,153,180)	µg/l		12
35.	Hg (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
36.	Zn (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
37.	Cd (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
38.	Pb (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
39.	Cr (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
40.	Ni (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
41.	As (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
42.	Cu (Загальна і розчинна фаза)	µg/l		12
43.	Fe (Загальна і розчинна фаза)	mg/l		12
44.	Хлорофіл «а»	µg/l		12

Україна пропонує для класифікації якості води використовувати класифікаційний стандарт ICPDR для контролю річки Дунай (TNMN) та національні (Україна) індикатори для порівняння.

**Таблиця 4 б Список контрольованих показників і частоти відбору проб (українська частина)**

No	Показники	одиниці виміру	Частота відбору проб, разів за рік
	<b>Фізичні параметри:</b>		
1	температура води	°C	12
2	pH	-	12
3	прозорість	m	12
4	зважені речовини	mg/l	12
	<b>Хімічні параметри:</b>		
5	розчинений кисень	mg O/l	12
6	Вуглекислий газ	mg/l	12
7	БСК5	mg O/l	12
8	перманганат окислюваність	mg O/l	12
9	COD	mg O/l	12
10	амонію азоту	mg N/l	12
11	нітрит азоту	mg N/l	12
12	нітратний азот	mg N/l	12
13	Фосфор (ортофосфати)	mg P/l	12
14	органічного фосфору	mg P/l	12
15	всього фосфору	mg P/l	12

№	Показники	одиниці виміру	Частота відбору проб, разів за рік
16	кремній	mg/l	12
17	сухий залишок	mg/l	12
18	Загальна жорсткість	mg-equiv./l	12
19	лужність	mg-equiv./l	12
20	хлориди	mg/l	12
21	сульфати	mg/l	12
22	гідрокарбонати	mg/l	12
23	кальцій	mg/l	12
24	магній	mg/l	12
25	сума натрію і калію	mg/l	12
26	нафтопродукти	mg/l	12
27	поверхнево-активні речовини	mg/l	12
28	феноли	mg/l	12
29	Залізо (розчиненого)	mg/l	12
30	Марганець (розчиненого)	mg/l	12
31	Цинк (розчиненого)	µg/l	12
32	Мідь (розчиненого)	µg/l	12
33	всього заліза	mg/l	3-4
34	всього марганцю	mg/l	3-4
35	всього цинку	µg/l	3-4
36	Нікель (розчиненого)	µg/l	3-4
37	всього нікель	µg/l	3-4
38	всього міді	µg/l	3-4
39 - 44	α-НССН β-НССН γ-НССН DDT DDD DDE	µg/l µg/l µg/l µg/l µg/l µg/l	9
45	Хлорофіл «а»	µg/l	3-4

**б) Якість відкладень**

Що стосується румунської Сторони, пункти з моніторингу якості відкладень, включені в Мережу моніторингу, частота та установи, які виконують дослідження, представлені в Таблиці 5.

**Таблиця 5. Пункти з моніторингу якості відкладень, включені в Мережу моніторингу, частота та установи, які виконують дослідження**

№.	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація
1			
2			

Українська сторона запропонувала два додаткові пункти: гирло Сулинське і гирло Георгіївське.

Пункти, запропоновані українською стороною, потребують уточнення.

Наступні місця розташування пунктів відбору проб використовуються для проб води, взятих, щоб контролювати вплив на якості води від днопоглиблювальних робіт:

- 0.5 км вгору за течією від місця проведення днопоглиблювальних робіт;
- 0.5 км вниз за течією від місця проведення днопоглиблювальних робіт;
- 1 км вниз за течією від місця проведення днопоглиблювальних робіт.

**Запропонованими параметрами контролю є:**

- Гранулометрія;
- Мінералогічний склад;
- Геохімія: Важкі метали (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, Zn);
- Органічні хлорвміщуючі пестициди, (p, p' DDT і його похідні, Lindan);
- Магнітна сприйнятливість;
- Гідробіологія – бентос та перифітон.

**Українські відповідальні установи:**

Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія (DHMO, Ізмаїл)

Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (USRIEP, Харків)

Інші організації...

**с) Морський сектор**

Що стосується пунктів моніторингу для морського сектора, румунська сторона пропонувала 3 пункта (profiles): Північний Сулинський (Мусура), Сулинський 1 і Сулінський 2, які будуть доповнені даними моніторингу двох пунктів запропонованих Україною: нижче за течією гирла Бистре (Бистре 1) і нижче за течією гирла Стамбулу Вечи (Бистре 2) (Таблиця 6).

**Таблиця 6. Пункти моніторингу для морського сектора, що включені до Мережі моніторингу, частота та установи, які виконують дослідження**

№.	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація
1			
2			

**Запропоновані раніше параметри контролю:**

- Режим хвиль;
- Режим потоку;

- Дисперсійні відкладення;
- Геохімія;
- Батиметрія;
- Математичне моделювання, якщо це можливо, особливо в області гирла рукава Бистре, що впадає до Чорного моря.

Сторони проаналізують можливість організувати загальну експедицію на човнах з однієї чи іншої сторони.

Українська сторона пропонує створити математичну модель у співпраці з румунською стороною для практичного використання.

### 6.3. Гідробіологія

#### а) Моніторинг якості прісної води

Моніторинг прісної води за гідробіологією в Дельті Дунаю буде виконаний у пунктах S01-S32 у відповідності з наступною таблицею (румунська сторона).

№.	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація
1.			
2.			
3.			

Моніторинг прісної води за гідробіологією в Дельті Дунаю буде виконаний у пунктах 1-28 у відповідності з наступною таблицею (українська сторона).

№.	Ділянка моніторингу	Частота відбору, разів на рік						Відповідальна організація
		Мікробіологія	Фітопланктон	Зоопланктон	Макрофауна	Макрфіти	Фігомікробентос	
1.	рук. Кілійський – 115 км	3	3	3	3	2	3	ІГБ
2.	рук. Кілійський – Ізмаїл	3	3	3	3	2	3	ІГБ
3.	рук. Кілійський – 70 км	3	3	3	3	2	3	ІГБ
4.	рук. Кілійський – Кілія	3	3	3	3	2	3	ІГБ
5.	рук. Соломонів – 10 км	3	3	3	3	2	3	ІГБ
6.	рук. Соломонів – Лиски	3	3	3	3	2	3	ІГБ
7.	рук. Кілійський – 20 км (вище м. Вилкове)	3	3	3	3	2	3	ІГБ
8.	рук. Кілійський – м. Вилкове (18 км)	3	3	3	3	2	3	ІГБ
9.	рук. Очаківський – 17 км (виток)	3	3	3	3	2	3	ІГБ

No.	Ділянка моніторингу	Частота відбору, разів на рік						Відповідальна організація
		Мікробіологія	Фітопланктон	Зоопланктон	Макрофауна	Макрофіти	Фітомікробентос	
10.	рук. Очаківський – 6 км	3	3	3	3	2	3	ІГБ
11.	рук. Білгородський – 10 км	3	3	3	3	2	3	ІГБ
12.	рук. Білгородський - розгалуження	3	3	3	3	2	3	ІГБ
13.	рук. Старостамбульський – 10 км	3	3	3	3	2	3	ІГБ
14.	рук. Бистрий – виток	3	3	3	3	2	3	ІГБ
15.	рук. Бистрий – гирло	3	3	3	3	2	3	ІГБ
16.	рук. Восточний – виток	3	3	3	3	2	3	ІГБ
17.	рук. Восточний - гирло	3	3	3	3	2	3	ІГБ
18.	рук. Лімба – виток	3	3	3	3	2	3	ІГБ
19.	рук. Старостамбульський – гирло	3	3	3	3	2	3	ІГБ
20.	рук. Курильський – виток	3	3	3	3	2	3	ІГБ
21.	рук. Циганський – виток	3	3	3	3	2	3	ІГБ
22.	ПК ГСХ – початок від рук. Бистрий	3	3	3	3	2	3	ІГБ
23.	ПК ГСХ – середина	3	3	3	3	2	3	ІГБ
24.	ПК ГСХ – кінець, шпиль дамби	3	3	3	3	2	3	ІГБ
25.	затока Ананькін кут	3	3	3	3	2	3	ІГБ
26.	затока Потапів кут	3	3	3	3	2	3	ІГБ
27.	затока Солоний кут	3	3	3	3	2	3	ІГБ
28.	затока Шабош кут	3	3	3	3	2	3	ІГБ

**Запропоновані параметри** для обох країн:

- Фітопланктон - в сезон;
- Зоопланктон - в сезон;
- Зообентос - в сезон;
- Макрофіти- в сезон;
- Фітомікробентос – в сезон
- Паразитофауна – в сезон.

**б) Морський сектор**

Що стосується пунктів моніторингу для морського сектора, румунська сторона пропонує 3 пункта (profiles): Північний Сулинський (Мусура), Сулинський 1 і Сулінський 2, які будуть доповнені даними моніторингу двох пунктів запропонованих Україною: нижче за течією гирла Бистре (Бистре 1) і нижче за течією гирла Стамбулу Вечи (Бистре 2)(Таблиця 6).

**Запропоновані параметри** для обох країн:

- Фітопланктон - в сезон;



- Зоопланктон - в сезон;
- Зообентос - в сезон;
- Фітоперифітон - в сезон;
- Водна фауна – щорічно;
- Паразитофауна та мікробний фон – в сезон.

**Таблиця 6б. Основні напрями та завдання Гідробіологічної частини програми польових досліджень (українська частина)**

Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники
Мікробіологічні показники	Прісноводна	Визначення сезонного стану мікробіологічних показників: загальна чисельність бактерій та чисельність сапрофітних бактерій, оцінка якості води і стану екосистем за мікробіологічними показниками.
	Морська	
Фітопланктон	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, визначення сапробності, хлорофіли; оцінка стану кормової бази риб; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками фітопланктону.
	Морська	Видовий склад, загальна чисельність, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, хлорофіли; оцінка кормового и не кормового фітопланктону; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками фітопланктону.
Зоопланктон	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність організмів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групі, масові види; екологічна оцінка стану екосистеми за показниками зоопланктону; визначення сапробності; оцінка стану кормової бази риб.
	Морська	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність організмів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групі, масові види; кількісна оцінка меропланктону (пелагічних личинок донних безхребетних); оцінка кормового і не кормового зоопланктону; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками зоопланктону.
Макрозообентос (макрофауна безхребетних)	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність, загальна біомаса, кількість груп, чисельність видів в групах, чисельність і біомаса основних груп. Екологічна оцінка стану екосистеми за показниками угруповань макрофауни безхребетних (макрозообентос, фітофільна фауна, епіфауна), визначення сапробності та інтегрального стану водних екосистем із застосуванням біотичних індексів (ТВІ, ВВІ, ВМWP); оцінка стану кормової бази риб.

Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники
	Морська	Оцінка стану донної макрофауни району дослідження: біорізноманіття, чисельність і біомаса, співвідношення різних груп; оцінка стану популяцій масових видів двостулкових молюсків; оцінка стану кормової бази риб; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками зообентосу.
Мейобентос	Морська	Оцінка біологічного різноманіття, кількісних показників і характеристик просторового розподілу; визначення стану кормової бази личинок риб і молоді риб, та її сезонних змін.
Фітомікробентос	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, співвідношення екологічних груп, загальна чисельність, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, визначення сапробності, оцінка якості води і стану екосистеми за показниками фітомікробентосу
Макрофіти	Прісноводна	Видовий склад, співвідношення екологічних груп, трофічний статус за MTR, площа заростання
Паразитофауна та мікробний фон	Гідробіонти (риба, молюски, ракоподібні)	Оцінка видового складу паразитів та мікробного фону. Визначення епізоотично-епідеміологічного статусу збудників. Встановлення рівня патогенного впливу збудників на гідробіоценози. Вивчення особливостей циркуляції збудників в екосистемі та визначення основних джерел інфекцій та інвазій. Прогнозування спалахів епізоотій та розробка заходів щодо їх попередження та мінімізації негативного впливу на гідробіоценози.

#### Українські відповідальні установи:

- Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (USRIEP, Харків);
- Інститут гідробіології, Національна академія наук України (ІНВ, Київ);
- Інститут морської біології, Національна академія наук України (ІМБ, Одеса);
- Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Національна академія аграрних наук України (ННЦ «ІЕКВМ», Харків)

#### Запропоновані параметри для обох країн:

- Фітопланктон - в сезон;
- Зоопланктон - в сезон;
- Зообентос - в сезон;
- Макрофіти - в сезон;
- Паразитофауна та мікробний фон - в сезон

#### 6.4 Моніторинг іхтіофауни

Мета цього компонента полягає в тому, щоб дослідити вплив гідротехнічного будівництва, рибальства і навігаційних дій на мігруючі і аборигенні види риб, і розвинути рекомендації щодо організації та регулювання рибпромислової діяльності в річці Дунай і Дельті Дунаю.

Завдання включають:

- Оцінку стану популяцій мігруючих і аборигенних видів риб;
- Оцінку статусу природних нерестовищ і ареалів розмноження молоді риби мігруючих видів;
- Оцінку впливів, пов'язаних з поновленням і експлуатацією навігації в Дельті Дунаю, на мігруючі і аборигенні види риб і комерційну рибогосподарську діяльність;
- Створення відповідних рекомендацій з організації комерційної рибогосподарської діяльності та управління рибним промыслом в Дельті Дунаю.
- Оцінка збитків, заподіяних рибальству браконьєрством, гідротехнічними діями за звітний період, заснована на фактичних даних від польових досліджень і дій з моніторингу.

Основні види діяльності під цим компонентом включають:

- Збір та узагальнення даних про стан промислових видів риб на основі інформації, зібраної під час польових досліджень;
- Збір та узагальнення статистичних даних про комерційне рибальство;
- Огляд молоді риби мігруючих видів для оцінки стану природного відтворення (DDBRA- станція моніторингу Ісакча, Вилкове - Одеса Центр SSIFO);
- Розробка пропозицій щодо запобігання та мінімізації наслідків відновлення та експлуатації навігаційних маршрутів по іхтіофауни.
- Українська сторона пропонує моніторинг молоді мігруючих риб в гирлі Бистре, Суліна і Георгіївський.

До перспективних об'єктів промислу відносяться також двостулкові молюски (мідія та мія), а також деякі ракоподібні.

**Румунські відповідальні установи** для моніторингу іхтіофауни –

**Українською відповідальною установою** є Державне підприємство SSIFO (ДП Одеський центр Південного наукового установи рибного господарства та океанографії ДП Одеський центр ПівденНІРО) (Одеса).

Дві частини відповідальних установ, через керівників робіт будуть надавати дані, отримані на основі моніторингу видів риб, як прісноводних так і морських, у тому числі мігруючих видів. Результати будуть сприяти оновленню бази даних.

### **6.5. Біорізноманіття**

Ця частина буде зосереджена на моніторингу рослинних і тваринних угруповань, переважно Біосферного Заповідника Дунайської дельти.

Конкретні завдання роботи:

- Аналіз змін в угрупованнях флори в Дельті Дунаю, викликаних природними та антропогенними факторами з ранжуванням цих факторів;
- Аналіз змін у складі видів фауни і популяцій в Дельті Дунаю, особливо герпетофауни, фауни птахів, рідкісних видів і бентичних спільнот, викликаних природними та антропогенними факторами, з ранжуванням цих факторів;
- Моніторинг угруповань флори і фауни в прісноводних і в морських екосистемах в Дельті Дунаю, включаючи паразитарні види;
- Інвентаризація значно порушених зон і оцінка впливів на стан наземних екосистем (включаючи фауну птахів) в Дельті Дунаю і майбутні тенденції;
- Положення експлуатаційних рекомендацій на основі фактичних даних від польових досліджень і дій з моніторингу, для запобігання збитків для навколишнього середовища;
- Моніторинг інвазійних видів.

**Румунські відповідальні установи з моніторингу біорізноманіття–**

**Українські відповідальні установи з моніторингу біорізноманіття–**

- Дунайський біосферний заповідник, Національна академія наук України;
- Інститут гідробіології, Національна академія наук України (ІГБ, Київ);
- Інститут морської біології Національної академії наук України (ІМБ, Одеса);
- Інститут зоології, Національна академія наук України (ІЗ, Київ);
- Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (USRІEP, Харків).

Інші організації.

Обидві частини відповідальних установ забезпечать дані, для моніторингу видів флори і фауни і типу середовищ існування. Результати будуть сприяти, оновленню бази даних. Частота моніторингу буде розвинена в залежності від популяції, місць годівлі, місць зимівлі характерних для кожного виду.

## 6.6. Природні ресурси

Певні завдання роботи:

- оцінка змін прісноводних та морських водних угруповань риб, як предмет комерційної діяльності сформований під впливом антропогенних дій в Дельті Дунаю;
- оцінка впливу змін у рибальстві Дельти Дунаю на місцеві популяції.

Певні дії під цим компонентом включають:

- оцінку масштабів і величин впливів пов'язаних з поновленням і експлуатацією навігаційних маршрутів;
- моніторинг уловів риби;
- моніторинг параметрів росту риби ,як об'єкта комерційної діяльності;
- оперативні рекомендації на основі фактичних даних, зібраних у рамках заходів моніторингу для запобігання шкоди навколишньому середовищу.

**Румунські відповідальні установи** з моніторингу природних ресурсів будуть визначені румунські стороною:

**Українські відповідальні установи:** Одеське центральне державне підприємство "Південний науково-дослідний інститут морського рибного господарства та океанографії" (SSIFO, Odesa); Дунайський біосферний заповідник, Національна академія наук України.

Кожна визначена установа буде щорічно контролювати динаміку рибальських ресурсів у приозерних областях, рукавах Дунаю та прибережних зонах. Результати будуть сприяти, оновленню баз даних. Частота моніторингу буде розвинена в залежності від популяції, місць годівлі, місць зимівлі характерних для кожного виду.

## 7. Забезпечення якості

Наступні положення призначені для забезпечення належної якості даних моніторингу, зібраних в рамках Програми: залежність від акредитованих лабораторій і їхніх послуг; використання уніфікованих методів відбору проб; використання офіційно затвердженого переліку методів вимірювання; використання стандартних процедур контролю якості для хімічних аналізів; залучення спеціалізованих і авторитетних лабораторій у здійсненні спеціалізованих досліджень, особливо провідних галузевих науково-дослідних організацій та навчальних закладів; співставність лабораторій, які беруть участь в програмі моніторингу.

## 8. Управління інформацією

Інформаційний менеджмент в рамках Програми включає інтеграцію всіх даних, наданих спільними організаціями в загальній базі даних, логічний контроль даних, аналіз і обробку даних. Результати регулярного моніторингу, контрольних вимірювань та польових досліджень представляються у річних звітах виконавцями робіт за напрямками та оформляються у річній доповіді.

## 9. Зміни та поправки в узгодженій системі спільного моніторингу

Зміни та поправки в узгодженій системі спільного моніторингу можливі на основі результатів стаціонарних спостережень, контрольних вимірів, експедиційних досліджень, а також відповідно до курсу впровадження навігаційних проектів. Будь-які зміни в узгодженій системі спільного моніторингу повинні бути обговорені цими двома Сторонами (Румунія та Україна).

**Міжнародна Українсько-Румунсько-Молдовська програма екологічного моніторингу дельти Дунаю**

**ЗМІСТ**

<b>1. Вступ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Мета і стратегія міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Етапи розвитку міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю.....</b>	<b>4</b>
<i>Перший етап: «Формування міжнародного транскордонного моніторингу на основі існуючих національних систем моніторингу відповідно до цілей стратегії транскордонного моніторингу».....</i>	<b>4</b>
<i>Другий етап: «Удосконалення мережі спостережень і матеріально-технічної бази, оптимізація регламенту спостережень у відповідності зі стратегією міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу».....</i>	<b>5</b>
<i>Третій етап: «Реалізація міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми моніторингу в запланованих обсягах, що визначені стратегією Програми моніторингу».....</i>	<b>6</b>
<b>4. Мережа станцій міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Лабораторії, що беруть участь у міжнародній Українсько-Румунсько-Молдовській програмі екологічного моніторингу дельти Дунаю. Контроль якості вимірювань.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Матеріально-технічна і методична база для реалізації міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Інформаційний менеджмент.....</b>	<b>8</b>
<b>8. Оцінка якості вод і транскордонного перенесення.....</b>	<b>9</b>
<b>9. Програма навчання .....</b>	<b>9</b>
<b>10. Організаційні питання спільного моніторингу.....</b>	<b>9</b>
<b>11. Регулярні спостереження.....</b>	<b>13</b>
<b>ДОДАТОК I Методи кількісних вимірювань і необхідне приладове забезпечення</b>	<b>25</b>
Таблиця 1. Методи вимірювань, що рекомендовані для використання в Програмі моніторингу	
Таблиця 2. Необхідне приладове забезпечення для реалізації методів дослідження якості вод, що прийняті в Програмі моніторингу	
<b>ДОДАТОК II.....</b>	<b>31</b>
Рекомендована програма польових досліджень за основними напрямками та завданнями гідробіологічної частини Програми моніторингу (українська частина)	
<b>ДОДАТОК III.....</b>	<b>33</b>
Структура щорічного технічного звіту міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу	
<b>ДОДАТОК IV.....</b>	<b>34</b>
Методи оцінки якості масивів поверхневих вод і транскордонного навантаження.	
Оцінка масопереносу	

## 1. Вступ

Дельта Дунаю є високо інтегрованою системою як з точки зору доступності, так і з урахуванням екологічного аспекту. Національні кордони не мають відношення до його функціонування. Визнання цього факту сприяє створенню реалістичного шляху для досягнення рішення, яке буде прийнятним для країн, та буде корисним для навколишнього середовища.

З точки зору охорони навколишнього середовища дельта Дунаю повинна розглядатися як єдина система, де природні процеси та антропогенні фактори мають вплив на всю дельту річки. Це усвідомлення вимагає загального підходу, який виходить за межі індивідуальних кордонів країн. Такий підхід є необхідним як для моніторингу транскордонних впливів, так і пом'якшувальних заходів, які повинні бути розроблені та реалізовані з урахуванням всієї системи дельти Дунаю.

### Загальні питання

Загальні завдання з гармонізації спільного моніторингу мають включати:

- узгодження програм, методик та результатів моніторингу;
- узгодження принципів створення, ведення та обміну базами даних;
- контроль стану, динаміку та тенденції в компонентах природного середовища дельти Дунаю та транскордонних водних об'єктів басейну Дунаю;
- оцінку стану якості води та стану екосистеми на основі хімічних і біологічних показників та критеріїв відповідно до сучасних методів оцінки і систем класифікацій, включаючи інтегровані екологічні та комплексні індекси і т.д.;
- оцінка впливу усіх видів господарської діяльності на територіях України, Румунії, Молдови та інших держав басейну, на природне середовище дельти Дунаю;
- прогнозування зміни стану навколишнього природного середовища за рахунок впливу антропогенних факторів;
- оцінка і прогнозування змін екосистеми (гідрологія, гідрохімія та біота) під впливом клімату;
- оцінка біологічного забруднення, зокрема за рахунок інвазійних видів;
- розроблення рекомендацій, що призначені для попередження та мінімізації потенційних негативних наслідків.

## 2. Мета і стратегія міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю

Основною метою міжнародної Програми екологічного моніторингу є інформаційне забезпечення державних систем управління та міждержавної басейнової системи управління

в дельті Дунаю, включно з плануванням заходів та оцінкою ефективності їх реалізації, інформаційне забезпечення національних державних установ.

В якості основних користувачів інформації Програми екологічного моніторингу можуть бути визначені:

- Національні органи державного управління в галузі охорони і використання природних ресурсів (Міністерство навколишнього середовища та планування територій Республіки Молдова, Міністерство вод, лісів та охорони навколишнього середовища Румунії та Міністерство екології та природних ресурсів України);
- Наукові організації, громадськість, зацікавлені водокористувачі та користувачі інших природних ресурсів;

Стратегія програми моніторингу дельти Дунаю може бути спрямована на вирішення наступних двох завдань:

- моніторинг та оцінка ефективності реалізації програм і планів з оздоровлення дельти Дунаю;
- моніторинг транскордонного навантаження.

Для реалізації стратегії програми екологічного моніторингу необхідне:

- створення репрезентативної мережі спостережень,
- розроблення регламенту спостережень,
- забезпечення якості та достовірності результатів спостережень.

### **3. Етапи розвитку міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю**

Створення мережі та розвиток міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу дельти Дунаю (далі - Програми) може проходити в три етапи.

*Перший етап: «Формування міжнародного транскордонного моніторингу на основі існуючих національних систем моніторингу відповідно до цілей стратегії транскордонного моніторингу».*

На Першому етапі, спостереження мають проводитися за узгодженим регламентом на пунктах спостережень національних мереж моніторингу, що розташовані в найбільшій близькості до державного кордону. Для забезпечення переходу до другого етапу Програми вирішуються наступні завдання:

- додаткове оснащення лабораторій та гідрологічних постів, які беруть участь в реалізації Програми;



- реалізація системи контролю якості вимірювань у масштабах всієї дельти, включно з проведення порівняльного аналізу;
- проведення інвентаризаційних робіт щодо джерел забруднення транскордонних вод, в тому числі дифузних джерел;
- виконання спільних досліджень, спрямованих на розроблення узгодженої класифікації якості вод і методів оцінки масопереносу;
- проведення комплексних експедиційних обстежень транскордонних ділянок дельти Дунаю.

Показниками успішності реалізації Першого етапу можуть бути наступні досягнення:

- на всіх станціях (постах), що включені до Першого етапу Програми, забезпечено визначення переліку показників, узгодженого для цього етапу;
- здійснено оснащення станцій (постів) обладнанням, необхідним для виконання Першого етапу Програми та переходу до Другого етапу;
- проведено міжнародне експедиційне обстеження транскордонних ділянок басейну, виконано оцінку відповідності регламенту Програми її стратегічним цілям;
- розроблені загальні критерії оцінки якості вод в рамках міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю,
- налагоджений регулярний обмін даними;
- налагоджений процес підготовки і публікації Щорічника Програми;
- створена система забезпечення якості спостережень, включно з проведенням регулярних (не рідше 1 разу на рік) міжлабораторних порівняльних аналізів;
- здійснено розроблення і здійснюється реалізація програми навчання; створена система навчання фахівців різного рівня, які беруть участь в реалізації Програми.

***Другий етап: «Удосконалення мережі спостережень і матеріально-технічної бази, оптимізація регламенту спостережень у відповідності зі стратегією міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу»***

Завданнями Другого етапу реалізації Програми можуть бути:

- додаткове оснащення лабораторій і гідрологічних постів, які беруть участь в реалізації Програми, для забезпечення регламенту, визначеного для Другого етапу;
- повне забезпечення пріоритетних інформаційних потреб системи міждержавного управління басейном і національних відомств, відповідальних за реалізацію Програми в дельті Дунаю;
- вдосконалення мережі спостережень;
- інвентаризація джерел дифузного забруднення;

- розвиток інформаційного менеджменту та методів оброблення даних;
- проведення 2-го експедиційного обстеження.

У якості показників успішності Другого етапу може бути розглянуте наступне:

- на всіх станціях (постах) мережі моніторингу, що визначені для Першого і Другого етапів, забезпечується спостереження за заданим переліком показників із необхідною частотою відбору проб;
- лабораторні роботи виконуються на необхідному якісному рівні, забезпечено прийнятний рівень порівнянності результатів, що одержані різними лабораторіями;
- проведено друге міжнародне експедиційне обстеження ділянок дельти на територіях трьох країн;
- реалізовані узгоджені підходи для оцінки транскордонного переносу на основних транскордонних ділянках;
- розширена підпрограма моніторингу масопереносу забруднюючих речовин між країнами басейну за рахунок введення в дію необхідних гідрологічних постів і досягнення необхідної частоти відбору проб;
- здійснюється оперативний інформаційний обмін моніторинговими даними між країнами басейну з використанням електронних засобів зв'язку.

***Третій етап: «Реалізація міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу в запланованих обсягах, визначених стратегією Програми моніторингу».***

Завданням Третього етапу може бути реалізація міжнародної Програми екологічного моніторингу в повному обсязі, оптимізація переліку контрольованих показників.

В кінці кожного етапу здійснюються критичний аналіз та оцінка ефективності Програми на предмет її відповідності вимогам інформаційного забезпечення міжнародних органів басейнового управління і розробляються рекомендації з її вдосконалення.

#### **4. Мережа станцій міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу**

При формуванні мережі станцій міжнародної Програми екологічного моніторингу мають бути застосовані наступні основні принципи:

- включення в мережу транскордонного моніторингу всіх водотоків, що надають істотний внесок в транскордонний перенос забруднюючих речовин;
- між контрольованими суміжними країнами транскордонними створами не повинно бути значних джерел забруднення, що мають істотний вплив на формування якості води;

- максимальне використання при формуванні системи існуючих національних постів моніторингу масивів поверхневих вод;
- поетапний підхід до формування мережі станцій міжнародної Програми екологічного моніторингу;
- поетапний перехід на узгоджене в часі і просторі визначення гідрохімічних і гідробіологічних параметрів якості води та гідрологічних характеристик в транскордонних створах з метою забезпечення комплексної оцінки водних екосистем.

#### **5. Лабораторії, що беруть участь у міжнародній Українсько-Румунсько-Молдовській Програмі екологічного моніторингу. Контроль якості вимірювань**

Лабораторії, відповідальні за проведення міжнародної Програми екологічного моніторингу, визначаються на основі наступних критеріїв:

- акредитація лабораторій в області випробувань відповідно до Програми моніторингу;
- регламентованих в Національних системах моніторингу масивів поверхневих вод територіальний розподіл функцій;
- умови для інформаційного обміну у рамках Програми моніторингу.

Перелік лабораторій і організацій, що беруть участь в реалізації міжнародної Програми екологічного моніторингу, в таблиці 1 буде заповнено українською, румунською та молдовською сторонами.

Таблиця 1 - Перелік лабораторій і організацій, що беруть участь в реалізації базової Програми моніторингу

<b>№ п.п.</b>	<b>Лабораторії</b>	<b>Примітка</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Україна</b>		
1	УКРНДІЕП	
2	ДГМО	
3		
<b>Румунія</b>		
4		
5		
6		
<b>Молдова</b>		
7		
8		
9		

## **6. Матеріально-технічна і методична база для реалізації міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу**

Одним із завдань міжнародної Програми екологічного моніторингу є формування в лабораторіях трьох країн приладової бази, що дозволяє використати сучасні методи аналізу і гарантувати отримання надійної, достовірної і порівнянної інформації. Основним принципом при формуванні матеріально-технічної бази Програми моніторингу є використання і впровадження приладової і методичної баз, відповідних загальноприйнятій міжнародній практиці у сфері моніторингу поверхневих вод.

У Додатку I наведені рекомендовані методики кількісних вимірювань (таблиця 1) і перелік необхідного приладового забезпечення (таблиця 2) для реалізації методів дослідження якості вод, що прийняті в міжнародній Програмі екологічного моніторингу. Постачання необхідного устаткування здійснюється, в основному, на Першому і Другому етапах. Основними критеріями вибору лабораторного устаткування є:

- доукомплектація лабораторій устаткуванням, необхідним для реалізації міжнародної Програми екологічного моніторингу;
- поетапна заміна морально або фізично застарілого устаткування.

### **Контроль якості вимірювань**

Якість вимірювань у рамках міжнародної Програми екологічного моніторингу забезпечується шляхом проведення:

- внутрішнього і зовнішнього аудиту лабораторій;
- міжлабораторних порівняльних аналізів (МПА).

На національному рівні якість вимірювань забезпечується внутрішнім і зовнішнім аудитом процедури проведення аналізів, прописаної в Керівництві контролю за якістю кожної лабораторії, а також проведенням МПА із залученням лабораторій країни-учасниці міжнародної Програми екологічного моніторингу. На міжнародному рівні контроль якості вимірювань забезпечується шляхом проведення МПА із залученням лабораторій країн-учасниць міжнародної Програми екологічного моніторингу.

Частота проведення МПА на кожному з рівнів - не рідше за один раз на рік. Проведення МПА в кожній країні здійснює лабораторія при Референтній установі, яка організовує підготовку програми МПА, підготовку зразків для аналізу, розсилку їх до лабораторій, збір даних і оброблення результатів з подальшою оцінкою результатів і рекомендаціями для кожної лабораторії.

Організацію і оброблення МПА між країнами-учасницями Програми моніторингу здійснює Міжнародна робоча група. Основні результати МПА, проведених на міжнародному рівні, публікуються в щорічних Об'єднаних технічних звітах Програми моніторингу.

## **7. Інформаційний менеджмент**

Процес управління інформацією розпочинаються з отримання даних в лабораторіях, що беруть участь в реалізації міжнародної Програми екологічного моніторингу. Отримані в результаті дані вносяться до баз первинних даних цих лабораторій. Далі дані передаються (у форматах протоколів вимірювань, що прийняті в країнах басейну) відповідно до регламентів інформаційного обміну в рамках національних систем екологічного моніторингу до референтних організацій, що визначені в кожній країні. Референтні організації здійснюють управління даними відповідно до порядку, прийнятого у відповідній країні-учасниці Програми.

Інформаційний менеджмент у рамках проведення експедиційних обстежень дельти Дунаю і спеціальних досліджень визначається відповідними регламентами проведення експедиційних робіт і технічними завданнями. При цьому забезпечується створення бази даних експедиційних досліджень на національному рівні і передача їх на міжнародний рівень відповідно до Регламенту.

## **8. Оцінка якості вод і транскордонного перенесення**

При оцінці якості вод за результатами транскордонного моніторингу використовуються оцінки по окремих показникам (співставлення з ГДК і/або цільовими показниками якості), а також погоджені між державами узагальнені показники та індекси, в тому числі гідробіологічні. При виконанні цих оцінок враховуються результати міжлабораторних порівняльних аналізів і інших заходів, спрямованих на забезпечення якості вимірювань.

## **9. Програма навчання**

Навчання є важливим елементом міжнародної Програми екологічного моніторингу. Програма навчання має охоплювати усі основні питання ведення моніторингу від планування до аналітичних методів і оброблення даних. Основними цільовими групами програми навчання, що реалізовується у рамках міжнародної Програми екологічного моніторингу є:

- персонал лабораторій, що бере участь в реалізації міжнародної Програми екологічного моніторингу;
- ланки національної і міжнародної систем управління, що управляє, дельтою Дунаю.

## **10. Організаційні питання спільного моніторингу**

Спільний моніторинг повинен враховувати всі сезони (зима, весна, літо і осінь), оскільки кожен з них має певні особливості впливу, включаючи природні процеси формування дельти.

### **Звітування**

Роботи, що передбачені Програмою, і звіти про результати спільного моніторингу повинні виконуватись на щорічній основі.

Основним звітним документом про реалізацію міжнародної Українсько- Румунсько- Молдовської програми екологічного моніторингу дельти Дунаю являється щорічний Об'єднаний технічний звіт, котрий складається на основі щорічних національних звітів. Структура щорічного Об'єднаного технічного звіту наведена в Додатку III. Його підготовка здійснюється Міжнародною робочою групою.

Щорічні національні звіти надаються міністерствам екології організаціями кожної сторони, які виконують координування, до 15 березня наступного року. Остаточна версія щорічного Об'єднаного технічного звіту розглядається під час спеціальних робочих зустрічей. Результати та висновки розглядаються і підтверджуються представниками виконавчих організацій.

Щорічний національний звіт має включати наступну інформацію:

- Опис робіт, що фактично закінчені, відповідно до Програми;
- Короткий огляд результатів, що розроблені для кожної галузі діяльності;
- Проаналізовані статистичні дані в табличній формі;
- Рекомендації щодо попередження можливих негативних змін стану навколишнього середовища і, якщо це доцільно, у вигляді переліку рангованих заходів;
- Прогнозні оцінки.

Англійська мова є основною мовою для звітності. Звіти подаються також на українській, румунській та молдовській мові.

Інформація, що надається у додатках до щорічного Об'єднаного технічного звіту:

- Повний набір фактичних даних зібраних відповідно до Програми у табличній формі;
- Річні звіти, представлені організаціями-співвиконавцями, які приймають участь у проведенні спільного моніторингу.

### **Виконавчі організації**

**Головні виконавчі організації України**, відповідальні за впровадження робіт по Спільному моніторингу та його ключовим завданням, представлені в Таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Перелік українських установ, що залучені до спільного моніторингу

<b>N</b>	<b>Організація / Адреса</b>	<b>Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки</b>
10.	Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), вул. Бакуліна, 6, м. Харків	Координатор робіт, експедиційні дослідження (гідробіологічні, гідрохімічні), встановлення екологічних ризиків, прогнозування наслідків господарської діяльності на українській частині дельти Дунаю
11.	Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО), вул. Героїв Сталінграду, 36, м. Ізмаїл	Гідрологічний та гідрохімічний моніторинг української частини дельти Дунаю

<b>N</b>	<b>Організація / Адреса</b>	<b>Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки</b>
12.	Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) НАНУ вул. Татарбунарського Повстання 132,а, м. Вилкове, Одеська обл., Кілійський р-н	Моніторинг рослинних та тваринних угруповань ДБЗ та української частини дельти Дунаю
13.	ОдЦ ПівденНІРО, вул. Мечникова, 132, м. Одеса	Іхтіологічний моніторинг, у тому числі промислових видів з урахуванням їх господарського використання
14.	Інститут морської біології НАНУ, вул. Пушкінська, 37, м. Одеса	Моніторинг Дунайського узмор'я за гідрохімічними, гідробіологічними та гідрологічними показниками
15.	ДП «ЧорноморНДІпроект», пр. Шевченка, 12, м. Одеса	Розрахунки збитків від господарської діяльності на українській частині дельти Дунаю
16.	Інститут гідробіології (ІГБ) НАНУ, пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ	Гідробіологічні дослідження прісноводних екосистем української частини дельти Дунаю
17.	Інститут зоології НАНУ (ІЗАН), вул. Б. Хмельницького, 15, м. Київ	Дослідження наземних екосистем української частини дельти Дунаю
18.	Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, вул. Пушкінська, 83	Паразитофауна та мікробний фон транскордонних ділянок та української частини дельти Дунаю

**Головні виконавчі організації Румунії**, відповідальні за впровадження робіт по Спільному моніторингу та його ключовим завданням, представлені в Таблиці 2.2 (список румунських установ, залучених до впровадження спільного моніторингу буде заповнено румунською стороною).

Таблиця 2.2 - Перелік румунських установ, що залучені до спільного моніторингу

<b>№</b>	<b>Організація / Адреса</b>	<b>Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки</b>
1		
2		

**Головні виконавчі організації Молдови**, відповідальні за впровадження робіт по Спільному моніторингу та його ключовим завданням, представлені в Таблиці 2.3 (список молдовських установ, залучених до впровадження спільного моніторингу буде заповнено молдовською стороною).

Таблиця 2.3 - Перелік молдовських установ, що залучені до спільного моніторингу

<b>№</b>	<b>Організація / Адреса</b>	<b>Субпідряд / Назва призначення (розподілення) та обов'язки</b>
1		
2		

### **Фінансові ресурси**

Головне фінансове джерело для впровадження спільного моніторингу в румунській частині – визначається румунською стороною.

Головне фінансове джерело для впровадження спільного моніторингу в українській частині – визначається українською стороною.

Головне фінансове джерело для впровадження спільного моніторингу в молдовській частині – визначається молдовською стороною.

### **Обсяг робіт**

Узгоджений спільний моніторинг повинен включати наступні компоненти:

- Регулярні гідрологічні спостереження і регулярні спостереження за якістю води на основі спеціальної програми;
- Всебічні польові дослідження в українській, румунській та молдовській частинах дельти Дунаю та прилеглих територій Чорноморської прибережної зони;
- Моніторинг іхтіофауни;
- Моніторинг рослинних і тваринних угруповань, що населяють окремі місцевості біосферного заповідника дельти Дунаю і ДБЗ, з урахуванням всіх чинників впливу;
- Вплив рекреаційних навантажень та навігації на прибережні, водні та наземні екосистеми;
- Аналіз екологічних процесів в дельті Дунаю і прибережній зоні на основі супутникових зображень;
- Прогнозування змін стану навколишнього середовища (засноване на вкладах кожної виконавчої організації);
- Створення спільного шляху для оцінки даних, отриманих в результаті досліджень факторів навколишнього середовища: води, відкладів, біоти. Аналіз та інтерпретація отриманих даних;
- Вимірювання з контролю якості для води і донних відкладів під час проведення днопоглиблювальних та інших гідротехнічних робіт на територіях трьох країн;
- Екологічний моніторинг в місцях розташування прибережних ділянок з ґрунтом, вилученим при днопоглиблювальних і інших гідротехнічних роботах і ділянок із звалищами в прибережній зоні;
- Розвиток рекомендацій, розроблених для запобігання та пом'якшення впливу на навколишнє середовище в дельті Дунаю.

Контроль факторів навколишнього середовища означає дослідження, прогноз, обізнаність та дії в цілях оцінки динаміки якісних змін факторів навколишнього середовища, та їх вплив на природні екосистеми, соціальні наслідки.



Екологічний моніторинг включає контроль фізичних, хімічних та біологічних забруднень, моніторинг за міграцією шкідливих речовин у навколишньому середовищі чи місцях проведення робіт, з вимірюванням кількості цих токсикантів у рослинних та тваринних організмах. Екологічний моніторинг також включає контроль за екологічним статус-класом транзитних екосистем за стандартами Водної Рамкової Директиви (WFD) та Морської стратегії (MFSO). Рибогосподарські та санітарно-гігієнічні нормативи використовуються в якості індикаторів при оцінці впливу.

Екологічні процеси пов'язані з головними функціями екосистем: передача енергії, кругообіг хімічних елементів і гомеостаз (процес підтримки рівноваги системи проти зовнішніх факторів).

### **Зміни та поправки в узгодженій системі спільного моніторингу**

Зміни та поправки в узгодженій системі спільного моніторингу можливі на основі результатів стаціонарних спостережень, контрольних вимірювань, експедиційних досліджень, а також відповідно до зміни господарської діяльності та рекреаційних навантажень. Будь-які зміни в узгодженій системі спільного моніторингу повинні бути обговорені трьома Сторонами (Україна, Румунія та Молдова).

### **11. Регулярні спостереження**

**Головна мета** регулярних спостережень полягає в тому, щоб зібрати точну і статистично перевірену інформацію по водному середовищу для оцінки впливу, що пов'язаний з природними та антропогенними факторами.

#### ***Гідрологічні спостереження***

Гідрологічний моніторинг повинен бути виконаний на основі діючої мережі стаціонарних постів та гідрометричних створів дельти Дунаю.

Програма стандартного гідрологічного моніторингу складається з:

- щоденних двострокових спостережень за рівнем, температурою та мутністю води, на 6 румунських та 6 українських постах;
- регулярних вимірів витрат води і завислих наносів та промірів русла на 7 румунських та 7 українських гідрометричних створах у всі фази водного режиму.

Програма спеціального гідрологічного моніторингу повинна включати:

- спостереження за стоком донних наносів з визначенням їх гранулометричного складу;
- спостереження за динамікою морського краю дельти Дунаю від Жебріянської бухти до миса Сфинтул-Георге (Сф. Георге);
- спостереження за проникненням морських вод в рукава Бистрий та Сулінський.

Таблиця 3.1 - Місцеположення проведення гідрологічного моніторингу, показники і частота (українська сторона)

Спостереження на мережі стаціонарних гідрологічних постів.

№	Водний об'єкт, пост	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень				
			Н	Т	ρ	Q	R
1	р. Дунай – м. Рені	163,3	730	730	365	365	365
2	рук. Кілійський – м. Ізмаїл	123,6	730	730	365	365	365
3	рук. Кілійський – м. Кілія	47,0	730	730	-	-	-
4	рук. Кілійський – м. Вилкове	18,0	730	730	365	365	365
5	рук. Бистрий – гирло	1,5	730	730	365	365	365
6	рук. Старостамбульський – гирло	4,0	730	730	-	-	-

Н – рівень води, Т – температура води, ρ – одинична мутність, Q – витрата води розрахована за залежністю  $Q=f(H)$ , R – витрата завислих наносів.

Вимірювання на мережі гідрометричних створів.

№	Водний об'єкт, створ	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень		
			q	ρ	r
1.	р. Дунай – 54 миля	136,4	6	6	6
2.	рук. Кілійський – 115 км	115,2	6	6	6
3.	рук. Кілійський – 43 км	43,0	6	6	6
4.	рук. Кілійський – 20 км	20,0	6	6	6
5.	рук. Очаківський – 15,5 км	15,5	6	6	6
6.	рук. Бистрий – 9,5 км	12,5	6	6	6
7.	рук. Старостамбульський – 10 км	15,0	6	6	6

Примітка: q – виміряна витрата води, ρ – середня мутність, r – виміряна витрата завислих наносів

Таблиця 3.2 - Місцеположення проведення гідрологічного моніторингу, показники і частота (румунська сторона)

Спостереження на мережі стаціонарних гідрологічних постів

№	Водний об'єкт, пункт	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень				
			Н	Т	ρ	Q	R
1	р. Дунай – м. Ісакча		730	730	365	365	365
2	рук. Тульчинський – м. Тульча		730	730	365	365	365
3	рук. Кілійський – м. Кілія-Веке		730	730	365	365	365
4	рук. Кілійський – с. Переправа	21,0	730	730	365	365	365
5	рук. Сулінський – Суліна	1,0	730	730	365	365	365

№	Водний об'єкт, пункт	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень				
			H	T	ρ	Q	R
6	рук. Сф. Георге – Сф. Георге	1,0	730	730	365	365	365

H – рівень води, T – температура води, ρ – одинична мутність, Q – витрата води розрахована за залежністю  $Q=f(H)$ , R – витрата завислих наносів.

#### Вимірювання на мережі гідрометричних створів

№	Водний об'єкт, створ	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень		
			q	ρ	r
1.	р. Дунай – 54 миля		6	6	6
2.	рук. Кілійський – 115 км	115,0	6	6	6

#### Продовження таблиці

№	Водний об'єкт, створ	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень		
			q	ρ	r
3.	рук. Кілійський – 43 км	43,0	6	6	6
4.	рук. Кілійський – 20 км	20,0	6	6	6
5.	рук. Тульчинський - Чатал Сф. Георге		6	6	6
6.	рук. Сулинський – Чатал Сф. Георге		6	6	6
7.	рук. Сф. Георге - Чатал Сф. Георге		6	6	6

q – виміряна витрата води, ρ – середня мутність, r – виміряна витрата завислих наносів

Таблиця 3.3 - Місцеположення проведення гідрологічного моніторингу, показники і частота (буде заповнено молдовською стороною)

№	Водний об'єкт, пост	Відстань від морського краю дельти, км	Перелік показників та частота спостережень				
			H	T	ρ	Q	R
1							
2							
3							

Спільний моніторинг включає наступні розділи й частоти спостережень:

- Рівень води і температури (льодова обстановка, за наявності):

\* Двічі на день спостереження по пунктах:

\* Щоденні спостереження по пунктах:

- Водні стоки, 3 рази за рік – усі пункти;
- Завислі речовини - пункти:
- Донні наноси, що можуть переміщуватися - пункти:
- Гранулометрія русла річки - пункти :
- Трансверсальні і поздовжні профілі - всі пункти.

### *Гідрохімічні спостереження*

#### **Моніторинг якості прісної води**

Пункти для регулярного моніторингу якості води визначаються з урахуванням потреб в оцінці, у тому числі, певних впливів на якість води, що пов'язані з гідротехнічним, зокрема з експлуатацією навігаційних маршрутів дельти Дунаю способом, який відокремлює їх від інших впливів, включаючи транскордонні, антропогенні і природні фактори.

Ключові завдання роботи включають:

- Моніторинг стану за гідрохімічними показниками в дельті Дунаю;
- Ідентифікацію та оцінку тенденцій в хімічному складі води в дельті Дунаю, що обумовлені природними та антропогенними факторами;

Гідрохімічна програма моніторингу включає наступні дії:

- Регулярний контроль якості води, заснований на стандартних програмах моніторингу, в існуючих та додаткових контрольних пунктах, встановлених в дельті Дунаю;
- Пункти моніторингу якості води, що включені в Мережу моніторингу, частота відбору проб та відповідальні установи, що надаються в Таблиці 4. Перелік контрольованих параметрів і частота відбору проб, що надаються в Таблиці 5;
- Проведення додаткових спостережень щодо певних особливостей гідрохімічного режиму;
- Контроль якості води в запропонованих пунктах, встановлених під час відповідного періоду, для контролю впливу робіт з технічного обслуговування маршрутів глибокої навігації дельти Дунаю (раз на місяць під час періоду робіт з технічного обслуговування);
- Огляд і підведення підсумків історичних даних моніторингу, що доступні для всієї дельти Дунаю.

Таблиця 4.1 - Місцезаповнення проведення моніторингу, що включено до програми регулярного моніторингу (Україна)

<b>№</b>	<b>Назва</b>	<b>Відстань від морського краю дельти, км</b>	<b>Місце відбору проб</b>
1.	Дунай, - Рені	163,3	Середина
2.	рук. Кілійський	89,9	Середина
3.	рук. Кілійський	21	Середина
4.	рук. Очаковський	6	Середина
5.	рук Старостамбульський	4	Середина
6.	рук. Бистрий	1	Середина

Таблиця 4.2 - Місцезаповнення проведення моніторингу, що включено до програми регулярного моніторингу (Румунія)

№	Ділянка моніторингу	Відстань від морського краю дельти, км	Місце відбору проб
1.	р. Дунай – Рені		
2.	рук. Тульчинський – Тульча		
3.	рук. Кілійський – Периправа		
4.	рук. Сулінський – Суліна		
5.	рук. Сф. Георге – Сф. Георге		

Таблиця 4.3 - Місцезаповнення проведення моніторингу, що включено до програми регулярного моніторингу (буде заповнено молдовською стороною)

№	Ділянка моніторингу	Відстань від морського краю дельти, км	Місце відбору проб
1.			
2.			
3.			

Україна пропонує для класифікації якості води використовувати класифікаційний стандарт ICPDR для контролю річки Дунай (TNMN) та національні (Україна) індикатори для порівняння.

Таблиця 5.1 - Перелік контрольованих показників і частоти відбору проб (українська сторона)

№	Показники	Одиниці виміру	Частота відбору проб, разів за рік
	<b>Фізичні параметри:</b>		
1	Температура води	$^{\circ}\text{C}$	12
2	pH	-	12
3	Прозорість	m (cm)	12
4	Завислі речовини	mg/dm <sup>3</sup>	12
	<b>Хімічні параметри:</b>		
5	Розчинений кисень	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	12
6	Вуглекислий газ	mg/dm <sup>3</sup>	12
7	БСК <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	12
8	Перманганатна окислюваність	mgO/dm <sup>3</sup>	12
9	Біхроматна окислюваність (ХСК)	mgO/dm <sup>3</sup>	12
10	Амоній сольовий	mgN/dm <sup>3</sup>	12
11	Нітроти	mgN/dm <sup>3</sup>	12
12	Нітрати	mgN/dm <sup>3</sup>	12
13	Фосфор (ортофосфати)	mgP/dm <sup>3</sup>	12
14	Фосфор загальний	mgP/dm <sup>3</sup>	12
15	Кремній	mg/dm <sup>3</sup>	12

№	Показники	Одиниці виміру	Частота відбору проб, разів за рік
16	Сухий залишок	mg/ dm <sup>3</sup>	12
17	Загальна жорсткість	mg-equiv. /dm <sup>3</sup>	12
18	Лужність	mg-equiv./ dm <sup>3</sup>	12
19	Хлориди	mg/ dm <sup>3</sup>	12
20	Сульфати	mg/ dm <sup>3</sup>	12
21	Гідрокарбонати	mg/ dm <sup>3</sup>	12
22	Кальцій	mg/ dm <sup>3</sup>	12
23	Магній	mg/ dm <sup>3</sup>	12
24	Сума натрію і калію	mg/ dm <sup>3</sup>	12
25	Нафтопродукти	mg/ dm <sup>3</sup>	12
26	Поверхнево-активні речовини	mg/ dm <sup>3</sup>	12
27	Феноли	mg/ dm <sup>3</sup>	12
28	Залізо (розчинена форма)	mg/ dm <sup>3</sup>	12
29	Марганець (розчинена форма)	mg/ dm <sup>3</sup>	12
30	Цинк (розчинена форма)	µg/ dm <sup>3</sup>	12
31	Мідь (розчинена форма)	µg/ dm <sup>3</sup>	12
№	Показники	Одиниці виміру	Частота відбору проб, разів за рік
32	Загальний вміст заліза	mg/ dm <sup>3</sup>	3-4
33	Загальний вміст марганцю	mg/ dm <sup>3</sup>	3-4
34	Загальний вміст цинку	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
35	Нікель (розчинена форма)	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
36	Загальний вміст нікелю	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
37	Загальний вміст міді	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
38 - 43	α - ГХЦГ β - ГХЦГ γ - ГХЦГ ДДТ ДДД ДДЕ	µg/dm <sup>3</sup> µg/dm <sup>3</sup> µg/dm <sup>3</sup> µg/dm <sup>3</sup> µg/dm <sup>3</sup> µg/dm <sup>3</sup>	9
<b>Біологічні параметри:</b>			
44	Хлорофіл «а»	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4

*Нижче наведено запропоновані раніше показники і частота відбору проб. Ці показники потребують уточнення й повинні бути тотожними для трьох країн.*

Таблиця 5.2 - Перелік контрольованих показників і частоти відбору проб (румунська сторона)

№	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
<b>Фізичні параметри:</b>				
1.	Температура (вода, повітря)	<sup>0</sup> С		12

№	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
2.	pH	-		12
3.	Прозорість	m (cm)		12
4.	Каламутність	NTU		12
5.	Електропровідність	µS/cm		12
6.	Сухий залишок	mg/l		12
7.	Солоність	mg/l		12
8.	Загальний вміст зважених часток	mg/l		12
Хімічні параметри:				
9.	Прокалений залишок	mg/l		12
10.	Розчинений кисень	mg/l		12
11.	БСК5	mg O/l		12
12.	Біхроматна окислюваність (ХСК)	mg O/l		
13.	Перманганатна окислюваність	mg O/l		12
14.	Лужність	mval/l		12
15.	Жорсткість	German degrees		12
16.	Діоксид кремнію	mg/l		12
17.	Хлориди	mg/l		12
18.	Сульфати	mg/l		12
19.	Натрій	mg/l		12
20.	Кальцій	mg/l		12
21.	Магній	mg/l		12
22.	Нітрати	mg N/l		12
23.	Нітрити	mg N/l		
24.	Амоній сольовий	mg N/l		12
25.	Загальний азот	mg N/l		12
27.	Ортофосфати	mg P/l		12
28.	Фосфор загальний	mg P/l		12
29.	Нафтопродукти (вуглеводні)	µg/l		12
30.	Поверхнево-активні речовини	mg/l		12
31.	Феноли	mg/l		12
32.	Хлорорганічні пестициди (p, p'DDT і його похідні, Lindan)	µg/l		12
33.	Поліхлоровані біфеніли (28,52,101,118,138,153,180)	µg/l		12
35.	Hg (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
36.	Zn (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
37.	Cd (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
38.	Pb (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
39.	Cr (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
40.	Ni (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
41.	As (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12
42.	Cu (Загальна і розчинна форми)	µg/l		12

№	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
43.	Fe (Загальна і розчинна форми)	mg/l		12
44.	Хлорофіл «а»	µg/l		12

Таблиця 5.3 - Перелік контрольованих показників і частоти відбору проб (буде заповнено молдовською стороною)

№	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
Фізичні параметри:				
Хімічні параметри:				
№	Показники	Одиниці виміру	Ділянка моніторингу	Частота відбору проб, разів за рік
Біологічні параметри:				

### Якість відкладів

Пункти з моніторингу якості відкладів, включені в Мережу моніторингу, частота та установи, які виконують дослідження, будуть заповнюватися українською, румунською та молдовською сторонами у Таблиці 6.

Таблиця 6 - Пункти моніторингу з якості відкладів, що включені до Мережі моніторингу, частота спостережень та установи, які виконують дослідження

№	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація

Запропонованими параметрами контролю є:

- Гранулометрія;
- Мінералогічний склад;
- Геохімія: Важкі метали (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, Zn);
- Хлорорганічні пестициди, (p, p'DDT і його похідні, Lindan);

### Морський сектор

Що стосується пунктів моніторингу для морського сектора, румунська сторона пропонувала 3 пункти (profiles): Північний Сулінський (Мусура), Сулінський 1 і Сулінський 2, які будуть доповнені даними моніторингу двох пунктів запропонованих Україною: нижче



за течією гирла Бистре (Бистре 1) і нижче за течією гирла Стамбулу Вечи (Бистре 2) (Таблиця 7 буде заповнюватися румунською, молдовською та українською сторонами).

Таблиця 7 - Пункти спостережень для морського сектора, що включені до Мережі моніторингу, частота спостережень та установи, які виконують дослідження

№	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація
1			
2			

Запропонованими параметрами контролю є:

- Режими хвиль;
- Режим потоку;
- Дисперсійні відклади;
- Геохімія;
- Батиметрія;
- Математичне моделювання, якщо це можливо, особливо в області гирла рукава Бистре, що впадає до Чорного моря.

Українська сторона пропонує створити математичну модель у співпраці з румунською та молдовською стороною для практичного використання.

### *Гідробіологічні спостереження*

#### **Моніторинг якості прісної води**

Моніторинг прісної води за гідробіологічними показниками в дельті Дунаю буде виконаний в пунктах у відповідності з наступною таблицею 8, яка буде заповнюватися румунською та молдовською сторонами.

Таблиця 8 - Місцеположення проведення моніторингу прісної води за гідробіологічними показниками, показники і частота спостережень

№	Ділянка моніторингу	Частота відбору, разів на рік		
		показники	показники	показники
1.				
2.				
3.				

Моніторинг прісної води за гідробіологічними показниками в дельті Дунаю буде виконаний у пунктах 1-28 у відповідності з наступною таблицею 8.1 (українська сторона).

Таблиця 8.1 - Місцеположення проведення моніторингу прісної води за гідробіологічними показниками, показники і частота спостережень

№	Ділянка моніторингу	Частота відбору, разів на рік					
		Мікробіологія	Фітопланктон	Зоопланктон	Макрофауна	Макрофіти	Фітомікробентос
1.	рук. Кілійський – 115 км	3	3	3	3	2	3
2.	рук. Кілійський – Ізмаїл	3	3	3	3	2	3
3.	рук. Кілійський – 70 км	3	3	3	3	2	3
4.	рук. Кілійський – Кілія	3	3	3	3	2	3
5.	рук. Соломонів – 10 км	3	3	3	3	2	3
6.	рук. Соломонів – Лиски	3	3	3	3	2	3
7.	рук. Кілійський – 20 км (вище м. Вилкове)	3	3	3	3	2	3
8.	рук. Кілійський – м. Вилкове (18 км)	3	3	3	3	2	3
9.	рук. Очаківський – 17 км (виток)	3	3	3	3	2	3
10.	рук. Очаківський – 6 км	3	3	3	3	2	3
11.	рук. Білгородський – 10 км	3	3	3	3	2	3
12.	рук. Білгородський - розгалуження	3	3	3	3	2	3
13.	рук. Старостамбульський – 10 км	3	3	3	3	2	3
14.	рук. Бистрий – виток	3	3	3	3	2	3
15.	рук. Бистрий – гирло	3	3	3	3	2	3
16.	рук. Восточний – виток	3	3	3	3	2	3
17.	рук. Восточний - гирло	3	3	3	3	2	3
18.	рук. Лімба – виток	3	3	3	3	2	3
19.	рук. Старостамбульський – гирло	3	3	3	3	2	3
20.	рук. Курильський – виток	3	3	3	3	2	3
21.	рук. Циганський – виток	3	3	3	3	2	3
22.	ПК ГСХ – початок від рук. Бистрий	3	3	3	3	2	3
23.	ПК ГСХ – середина	3	3	3	3	2	3
24.	ПК ГСХ – кінець, шпиль дамби	3	3	3	3	2	3
25.	затока Ананькін кут	3	3	3	3	2	3
26.	затока Потапів кут	3	3	3	3	2	3
27.	затока Солоний кут	3	3	3	3	2	3
28.	затока Шабош кут	3	3	3	3	2	3

Запропоновані параметри для трьох країн:

- Фітопланктон - в сезон;
- Зоопланктон - в сезон;
- Зообентос - в сезон;
- Макрофіти- в сезон;
- Фітомікробентос – в сезон;
- Паразитофауна – в сезон;
- Чужорідні види – в сезон;
- Важкі метали в макрофітах методами пасивної та активної біоіндикації.

### ***Моніторинг іхтіофауни***

Мета цього компонента полягає в тому, щоб дослідити вплив гідротехнічного будівництва, рибальства і навігаційних дій на мігруючі і туводні види риб і розвинути рекомендації щодо організації та регулювання рибпромислової діяльності в річці Дунай і дельті Дунаю.

Завдання включають:

- Оцінку стану популяцій мігруючих і аборигенних видів риб;
- Оцінку статусу природних нерестовищ туводних видів риб і місць концентрації молоді мігруючих видів риб;
- Оцінку впливів, пов'язаних з гідротехнічними роботами на території трьох країн, у тому числі з поновленням і експлуатацією навігації в дельті Дунаю, на мігруючі і аборигенні види риб і комерційну рибогосподарську діяльність;
- Створення відповідних рекомендацій з організації комерційної рибогосподарської діяльності та управління рибним промислом в дельті Дунаю;
- Оцінку видової різноманітності і аналіз змін складу іхтіофауни;
- Оцінка збитків, що заподіяні рибальству браконьєрством, гідротехнічними роботами за звітний період, заснована на фактичних даних від польових досліджень і дій з моніторингу.

Основні види діяльності під цим компонентом включають:

- Збір та узагальнення даних про стан промислових видів риб на основі інформації, зібраної під час польових досліджень;
- Збір та узагальнення статистичних даних про комерційне рибальство;
- Моніторинг покатоної міграції молоді анадромних видів (DDBRA- станція моніторингу Ісакча, Вилкове - OdC YugNIRO);

- Розроблення пропозицій щодо запобігання та мінімізації наслідків відновлення та експлуатації навігаційних маршрутів для іхтіофауни.

Українська сторона пропонує моніторинг молоді мігруючих риб в гирлах рукавів Бистрий (Старостамбульський), Сулінський і Георгіївський.

### **Біорізноманіття**

Ця частина буде зосереджена на моніторингу рослинних і тваринних угруповань, переважно Біосферного Заповідника Дунайської дельти, на територіях трьох країн.

Конкретні завдання роботи:

- Аналіз змін в угрупованнях флори в дельті Дунаю, що викликані природними та антропогенними факторами з ранжуванням цих факторів;
- Аналіз змін у складі видів фауни і популяцій в дельті Дунаю, особливо герпетофауни, фауни птахів, рідкісних видів і бентичних спільнот, викликаних природними та антропогенними факторами, з ранжуванням цих факторів;
- Моніторинг угруповань флори і фауни в прісноводних і в морських екосистемах в дельті Дунаю, включаючи паразитарні види;
- Інвентаризація значно порушених зон і оцінка впливів на стан наземних екосистем (включаючи фауну птахів) в дельті Дунаю і майбутні тенденції;
- Положення експлуатаційних рекомендацій на основі фактичних даних від польових досліджень і дій з моніторингу, для запобігання збитків для навколишнього середовища;
- Моніторинг інвазійних видів.

### **Морський сектор**

Що стосується пунктів моніторингу для морського сектора, румунська сторона пропонує 3 пункта (profiles): рукави Північний Сулінський (Мусура), Сулінський 1 і Сулінський 2, які будуть доповнені даними моніторингу двох пунктів запропонованих Україною: нижче за течією гирла рукава Бистрий (Бистрий 1) і нижче за течією гирла рукава Старостамбульський (Бистре 2) (таблиця 9 буде заповнюватися румунською, молдовською та українською сторонами).

Таблиця 9 - Пункти моніторингу для морського сектора, що включені до Мережі моніторингу, частота спостережень та установи, які виконують дослідження

№	Ділянка моніторингу	Частота відбору	Відповідальна організація
1			
2			

Запропоновані параметри для трьох країн:

- Фітопланктон - в сезон;

- Зоопланктон - в сезон;
- Зообентос - в сезон;
- Фітоперифітон - в сезон;
- Водна фауна – щорічно;
- Паразитофауна та мікробний фон – в сезон;
- Інвазійні види.
- 

## ДОДАТОК І

### Методи кількісних вимірювань і необхідне приладове забезпечення

Таблиця 1 - Методи вимірювань, що рекомендовані для використання у міжнародній Програмі екологічного моніторингу

Показник	Рекомендовані методи	Межі визначення
Температура	Визначення термометром	1,5-80 <sup>0</sup> C
Завислі речовини	Гравіметричний метод (ISO 11923: 97 Якість води. Визначення зважених твердих часток за допомогою фільтрації через скловолокнисті фільтри)	5-5000 мг/дм <sup>3</sup>
pH	Електрохімічний метод (ISO 10523:94 Якість води. Визначення pH)	1-14 Од. pH
Розчинений кисень	Титриметричний метод (ISO 5813:1983 Якість води. Визначення вмісту розчиненого кисню)	0,2 – 20 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
	Електрохімічний метод (ISO 5814:1990 Якість води. Визначення вмісту розчиненого кисню)	0,1 - 20 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
	Оптичний метод (ISO 17289:2014 Якість води. Визначення вмісту розчиненого кисню)	0,1 – 20 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Питома електропровідність	Кондуктометричний метод (ISO 7888:1985 Якість води. Визначення електропровідності)	> 1 мСм/м
Хлориди	Титриметричний метод з нітратом срібла (ISO 9297:1989 Якість води. Визначення хлоридів)	5-150 мг/дм <sup>3</sup>
	Рідинна іонна хроматографія (ISO 10304-1:92 Якість води. Визначення розчинених фторидів, хлоридів, нітритів, ортофосфатов, бромідів, нітратів і сульфатів хроматографією іонів в рідкому середовищі)	0,1-50 мг/дм <sup>3</sup>
	Метод капілярного іонного електрофорезу (ISO 10304-1:1992 Якість води. Визначення розчинених фторидів, хлоридів, нітритів, ортофосфатов, бромідів, нітратів і сульфатів хроматографією іонів в рідкому середовищі)	0,5-10 мг/дм <sup>3</sup>
Сульфати	Гравіметричний метод із застосуванням хлориду барії (ISO 9280:1990 Якість води. Визначення загального вмісту сульфатів)	10-1000 мг/дм <sup>3</sup>
	Рідинна іонна хроматографія (ISO 10304-1:1992 Якість води. Визначення розчинених фторидів, хлоридів, нітритів, ортофосфатов, бромідів, нітратів і сульфатів хроматографією іонів в рідкому середовищі)	0,1-100 мг/дм <sup>3</sup>

Показник	Рекомендовані методи	Межі визначення
БСК <sub>5</sub>	Метод визначення БСК <sub>n</sub> (ISO 5815-1:2003 Якість води. Визначення біохімічного споживання кисню після n діб (БСК <sub>n</sub> ). Частина 1. Метод розведення та засівання з додаванням алілтіосечовини; ISO 5815-2:2003 Якість води. Визначення біохімічного споживання кисню після n діб (БСК <sub>n</sub> ). Частина 2. Метод для нерозведених проб )	0,5-20 мгО <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>
ХСК	Титриметричний метод (ISO 6060:1989 Якість води. Визначення хімічного споживання кисню)	30-700 мгО/ дм <sup>3</sup>
Нафтопродукти	Люмінесцентний (флуориметричний) метод	0,005-50 мг/дм <sup>3</sup>
	ІЧ-спектрометрия	0,01-0,90 мг/дм <sup>3</sup>
Детергенти (СПАР)	Спектрофотометричний метод з метиленовим синім ( ISO 7875-1:1996 Якість води. Визначення аніонних детергентів)	0,1-5 мг/ дм <sup>3</sup>
	Спектрофотометричний метод з рективом Драгендорфа (ISO 7875-2:1984 Якість води. Визначення аніонних детергентів)	0,010-0,40 мг/ дм <sup>3</sup>
ДДТ і похідні	Метод газової хроматографії з детектором електронного захоплення ГХ/ДЕЗ (аналог методу US EPA 8310)	1-500 нг/ дм <sup>3</sup>
Ліндан	Метод газової хроматографії з детектором електронного захоплення ГХ/ДЕЗ (аналог методу US EPA 8310)	1-500 нг/ дм <sup>3</sup>
Азот амонійний	Потенціометричний метод (ISO 6778:1984 Якість води. Визначення вмісту амонія)	0,2-50 мг/ дм <sup>3</sup>
	Титриметричний метод (ISO 5664:1984 Якість води. Визначення вмісту амонія)	0,2-1000 мг/ дм <sup>3</sup>
	Спектрофотометричний метод (ISO 7150-1:1984 Якість води. Визначення вмісту амонія)	0,008-1 мг/дм <sup>3</sup>
	Спектрометричний метод (ISO 7150-2:1984 Якість води. Визначення вмісту амонія)	0,01-50 мг/ дм <sup>3</sup>
	Рідинна іонна хроматографія (ISO 14911:1988 Якість води. Визначення вмісту амонія)	0,1 - 10 мг/ дм <sup>3</sup>
Азот нітратний	Спектрометричний метод (ISO 7890-1:1986 Якість води. Визначення вмісту нітратів)	0,06-25 мг/ дм <sup>3</sup>
	Спектрометричний метод (ISO 7890-2:1986 Якість води. Визначення нітратів)	0,22-45 мг/ дм <sup>3</sup>
	Спектрометричний метод ( ISO 7890-3 : 88 Якість води. Визначення нітратів)	0,013-0,2 мг/ дм <sup>3</sup>
	Рідинна іонна хроматографія (ISO 10304-1:1992 Якість води. Визначення розчинених фторид-, хлорид-, нітрит-, ортофосфат-, бромід-, нітрат- і сульфат-іонів, методом рідинної хроматографії. Частина 1. Метод для слабкозабруднених вод)	0,01-0,35 мг N/ дм <sup>3</sup>
Азот нітритний	Спектрометричний метод (ISO 6777 : 84 Якість води. Визначення вмісту нітритів)	0,005-0,300 мгN/ дм <sup>3</sup>

Показник	Рекомендовані методи	Межі визначення
	Рідинна іонна хроматографія (ISO 10304-1:1992 Якість води. Визначання розчинених фторид-, хлорид-, нітрит-, ортофосфат-, бромід-, нітрат- і сульфат-іонів, методом рідинної хроматографії. Частина 1. Метод для слабкозабруднених вод)	0,01-0,35 мгN/дм <sup>3</sup>
Фосфати	Спектриметричний метод (ISO 6878:1998 Якість води. Визначення вмісту ортофосфатів)	0,005-0,8 мг/ дм <sup>3</sup>
	Рідинна іонна хроматографія (ISO 10304-1:1992 Якість води. Визначання розчинених фторид-, хлорид-, нітрит-, ортофосфат-, бромід-, нітрат- і сульфат-іонів, методом рідинної хроматографії. Частина 1. Метод для слабкозабруднених вод)	0,5-10 мг/ дм <sup>3</sup>
Залізо	Спектриметричний метод з сульфосаліцилової кислотою при 425 нм	0,1-9 мг/ дм <sup>3</sup>
	Спектриметричний метод (ISO 6332:1988 Якість води. Спектриметричний метод з використанням 1,10-фенантроліна)	0,01-5 мг/ дм <sup>3</sup>
	Метод атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ISO 11885:1996 Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою)	0,02-20 мг/ дм <sup>3</sup>
	Метод атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою (ISO 15586:2003 Якість води. Визначення мікроелементів методом атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою)	>0,01 мг/ дм <sup>3</sup>
Марганець	Метод атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою (ISO 15586:2003 Якість води. Визначення мікроелементів методом атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою)	0,002-0,04 мг/ дм <sup>3</sup>
	Спектрофотометричний метод з використанням формальдоксима (ISO 6333:1986)	0,01-5 мг/ дм <sup>3</sup>
	Метод атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ISO 11885:1996 Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою)	0,002-0,04 мг/ дм <sup>3</sup>
Мідь	Метод атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою (ISO 15586:2003 Якість води. Визначення мікроелементів методом атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою)	0,005-0,1 мг/ дм <sup>3</sup>
	Метод полум'яної атомно-абсорбційної спектрометрії (ISO 8288:1986)	5 · 10 <sup>-4</sup> – 0,1 мг/ дм <sup>3</sup>
	Метод атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ISO 11885:1996 Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою)	0,01-10 мг/дм <sup>3</sup>
Цинк	Метод атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою (ISO 15586:2003 Якість води. Визначення мікроелементів методом атомно-абсорбційної спектрометрії з графітовою пічкою)	5 · 10 <sup>-4</sup> – 0,005 мг/дм <sup>3</sup>

Показник	Рекомендовані методи	Межі визначення
	Метод полум'яної атомно-абсорбційної спектрометрії (ISO 8288:1986)	$2 \cdot 10^{-4}$ – 0,05 мг/дм <sup>3</sup>
	Метод атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ISO 11885:1996 Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою)	0,01-10 мг/дм <sup>3</sup>

Таблиця 2 - Необхідне приладове забезпечення для реалізації методів дослідження якості масивів поверхневих вод, прийнятих у Програмі моніторингу

Показник	Об'єкт контролю	Метод	Прилад
<i>Загальні показники</i>			
рН	Поверхневі води	Потенціометрія	рН-метр
Завислі речовини	Поверхневі води	Гравіметрія	Електронні аналітичні ваги 1-го, 2-го класу
Питома електропровідність	Поверхневі води	Кондуктометрія	Кондуктометр
Розчинений кисень	Поверхневі води	Електрохімічний	Киснемір
	Поверхневі води	Оптичний	Киснемір з флуоресцентним сенсором
	Поверхневі води	Титриметричний	Бюретка або автотитратор
Сухий залишок	Поверхневі води	Гравіметрія	Електронні аналітичні ваги 1-го, 2-го класу
Мінералізація	Поверхневі води	Розрахунково	В залежності від методів визначення загального вмісту речовин у воді.
<i>Вміст головних іонів і біогенних речовин</i>			
Аніони	Поверхневі води	Спектрофотометрія	Спектрофотометр
	Поверхневі води	Рідинна іонна хроматографія	Рідинний хроматограф для іонної хроматографії
	Поверхневі води	Титриметрія	Бюретка або автотитратор
	Поверхневі води	Гравіметрія	Електронні аналітичні ваги 1-го, 2-го класу
	Поверхневі води	Потенціометрія	Іономір
Катіони	Поверхневі води	Титриметрія	Бюретка або автотитратор
	Поверхневі води	Рідинна іонна хроматографія	Рідинний хроматограф для іонної хроматографії
	Поверхневі води	Атомно-емісійної спектрометрія	Полум'яний фотометр або атомно-емісійний



Показник	Об'єкт контролю	Метод	Прилад
			спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою
	Поверхневі води	Атомно-абсорбційна спектрометрія	Атомно-абсорбційний спектрометр
	Поверхневі води	Спектрофотометрія	Спектрофотометр
	Поверхневі води	Потенціометрія	Іономір
Азот загальний Фосфор загальний	Поверхневі води	Титриметрія	Бюретка або автотитратор, або N -, P - аналізатор
	Поверхневі води	Спектрофотометрія	Спектрофотометр або N -, P - аналізатор
<b>Органічні речовини</b>			
БСК <sub>5</sub>	Поверхневі води	Титриметричний	Бюретка або автотитратор
	Поверхневі води	Електрохімічний	Оксиметр(Киснемір)
ХСК	Поверхневі води	Титриметричний	Бюретка або автотитратор
	Поверхневі води	Фотометрія	Спектрофотометр
Вуглець органічний	Поверхневі води, донні відклади	Метод визначення органічного вуглецю	C- аналізатор
Нафтопродукти	Поверхневі води, донні відклади	ІЧ спектрометрія	ІЧ-спектрометр або аналізатор нафтопродуктів
	Поверхневі води, донні відклади	Флуориметрія	Флуориметр
СПАР(детергенти)	Поверхневі води	Спектрофотометрія	Спектрофотометр
	Поверхневі води	Флуориметрія	Флуориметр
Феноли	Поверхневі води, донні відклади	Спектрофотометрія	Спектрофотометр
	Поверхневі води, донні відклади	Газова хроматографія	Газовий хроматограф з полум'яно-іонізаційним детектором або газовий хроматограф з мас-детектором
	Поверхневі води, донні відклади	Високоєфективна рідинна хроматографія	Високоєфективний рідинний хроматограф
Хлорорганічні пестициди	Поверхневі води, донні відклади	Газова хроматографія	Газовий хроматограф з детектором електронного захоплення або газовий хроматограф з мас-детектором
Поліароматичні вуглеводні	Поверхневі води, донні відклади	Газова хроматографія	Газовий хроматограф з мас-детектором

Показник	Об'єкт контролю	Метод	Прилад
(ПАВ)	Поверхневі води, донні відклади	Високоєфективна рідинна хроматографія	Високоєфективний рідинний хроматограф
<b><i>Важкі метали та металоїди</i></b>			
Важкі метали та металоїди	Поверхневі води, донні відклади, біота	Атомно-абсорбційна спектрометрія	Атомно-абсорбційний спектрометр
	Поверхневі води, донні відклади, біота	Атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою	Атомно-емісійний спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою
	Поверхневі води, донні відклади, біота	Атомно-флуоресцентна спектрометрія	Атомно-флуоресцентний аналізатор
	Поверхневі води, донні відклади	Спектрофотометрія	Спектрофотометр
	Поверхневі води, донні відклади, біота	Мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою	Мас-спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою
<b><i>Гідробіологія</i></b>			
Всі показники	Біота	Візуальний	Мікроскоп
<b><i>Мікробіологія</i></b>			
Всі показники	Поверхневі води	Візуальний	Мікроскоп

Окрім засобів для здійснення вимірів при виконанні міжнародної Програми екологічного моніторингу потрібна наявність допоміжного устаткування:

- пробовідбірники, у тому числі батометри, телескопічні пробовідбірники та ін.;
- термостатичне устаткування, у тому числі холодильники, морозильні шафи для стаціонарного зберігання та транспортування проб, термоконтейнери (2-4° С), термостати( працюючи як на обігрів так і на охолодження);
- термічне устаткування, у тому числі, сушильні шафи (50 - 300° С), муфельні печі (100 - 1200° С), водяні та піщані бані, нагрівачі, автоклави.
- фільтрувальне устаткування, у тому числі обладнання для вакуумного фільтрування та ін.; устаткування для підготовки води, у тому числі деіонізатори, дистильатори, бідистильатори;
- посуд лабораторний, в тому числі колби мірні, піпетки та ін.;

- устаткування для пробопідготовки в залежності від визначуваних показників, у тому числі системи мікрохвильової пробопідготовки, кулькові млини, ультразвукові бані, магнітні мішалки тощо;
- лабораторії повинні бути обладнані системами контролю мікроклімату, системами витяжної вентиляції, витяжними шафами, лабораторними мийними машинами та ін.

Для забезпечення вимог по відбору проб на великих річках, таких як Дунай, потрібне забезпечення плавзасобами.

## ДАТОК II

Рекомендована програма польових досліджень за основними напрямками та завданнями гідробіологічної частини Програми моніторингу (українська частина)

Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники
Мікробіологічні показники	Прісноводна	Визначення сезонного стану мікробіологічних показників: загальна чисельність бактерій та чисельність сапрофітних бактерій, оцінка якості води і стану екосистем за мікробіологічними показниками.
	Морська	
Фітопланктон	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, визначення сапробності, хлорофіли; оцінка стану кормової бази риб; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками фітопланктону.
	Морська	Видовий склад, загальна чисельність, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, хлорофіли; оцінка кормового і не кормового фітопланктону; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками фітопланктону.
Зоопланктон	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність організмів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групі, масові види; екологічна оцінка стану екосистеми за показниками зоопланктону; визначення сапробності; оцінка стану кормової бази риб.
	Морська	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність організмів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групі, масові види; кількісна оцінка меропланктону (пелагічних личинок донних безхребетних); оцінка кормового і не кормового зоопланктону; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками зоопланктону.

Об'єкти дослідження	Частина досліджень	Показники
Макрозообентос (макрофауна безхребетних)	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, загальна чисельність, загальна біомаса, кількість груп, чисельність видів в групах, чисельність і біомаса основних груп. Екологічна оцінка стану екосистеми за показниками угруповань макрофауни безхребетних (макрозообентос, фітофільна фауна, епіфауна), визначення сапробності та інтегрального стану водних екосистем із застосуванням біотичних індексів (ТВІ, ВВІ, ВМWP); оцінка стану кормової бази риб.
	Морська	Оцінка стану донної макрофауни району дослідження: біорізноманіття, чисельність і біомаса, співвідношення різних груп; оцінка стану популяцій масових видів двостулкових молюсків; оцінка стану кормової бази риб; оцінка якості води і стану екосистеми за показниками зообентосу.
Мейобентос	Морська	Оцінка біологічного різноманіття, кількісних показників і характеристик просторового розподілу; визначення стану кормової бази личинок риб і молоді риб, та її сезонних змін.
Фітомікробентос	Прісноводна	Видовий склад, видове різноманіття, співвідношення екологічних груп, загальна чисельність, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів в групах, масові види, визначення сапробності, оцінка якості води і стану екосистеми за показниками фітомікробентосу
Макрофіти	Прісноводна	Видовий склад, співвідношення екологічних груп, трофічний статус, площа заростання
Паразитофауна та мікробний фон	Гідробіонти (риба, молюски, ракоподібні)	Оцінка видового складу паразитів та мікробного фону. Визначення епізоотично-епідеміологічного статусу збудників. Прогнозування спалахів епізоотій.
Чужерідні види		Наявність, видовий склад, чисельність, оцінка імовірності переходу виду у статус інвазивного.

### ДОДАТОК III

#### Структура щорічного Об'єднаного технічного звіту міжнародної Українсько-Румунсько-Молдовської Програми екологічного моніторингу

1. Опис мережі і програми моніторингу. У тому числі:

- принципи організації і основні дані по мережі спостережень;
- показники, що спостерігались;
- контроль якості спостережень;
- інформаційний менеджмент.

2. Опис об'ємів виконаних робіт, включно з роботами по забезпеченню якості спостережень.

3. Результати гідрологічних спостережень і їх аналіз.
4. Результати гідрохімічних спостережень і їх аналіз.
5. Результати біологічних спостережень і їх аналіз.
6. Прийняті критерії оцінки якості вод (транскордонних водних об'єктів) дельти Дунаю як транскордонного об'єкту.
6. Основні результати проведених міжлабораторних порівняльних аналізів.
7. Статистика показників якості вод (за окремими показниками).
8. Результати експедиційних і спеціальних досліджень (короткий виклад основних результатів) та їх аналіз.

Додаток: Зведені статистичні дані результатів вимірів по усіх пунктах і станціях мереж спостережень міжнародної Програми екологічного моніторингу.

#### **ДОДАТОК IV**

##### **Методи оцінки якості масивів поверхневих вод і транскордонного навантаження**

##### **Розрахунок ІЗВ**

Розрахунок ІЗВ виконують по формулі

$$I = \frac{1}{6} \sum_i^6 \frac{c_i}{ПДК_i},$$

у якій підсумовуються відношення спостережуваних концентрацій речовин до тих, що відповідають ГДК.

Для застосування у рамках міжнародної Програми екологічного моніторингу використовують модифікацію цього методу оцінки, при якій два показники є постійними (БСК<sub>5</sub> і розчинений кисень), а в якості інших беруть показники з найбільшими значеннями їх абсолютної величини, що мають, до ГДК, з таким розрахунком, щоб загальна кількість показників була рівна шести.

При оцінці стану ділянок водотоків в цьому пункті спостереження по ІЗВ виконують наступні кроки: 1) розраховують ІЗВ для кожного відбору проб; 2) для кожного відбору проб визначають клас якості по ІЗВ і кількість перевищень ГДК; 3) оцінюють статистику для ряду спостережень за оцінюваний період - мінімальні і максимальні значення, середні, стандартне відхилення і квантилі.

Для інтерпретації отриманого індексу використовують шкалу, приведену в таблиці нижче:

### Класи якості і індекси забрудненості води

Клас якості води	Характеристика класу	Величина ІЗВ
1	Дуже чиста	менш або рівне 0,3
2	Чиста	більше 0,3 до 1
3	Помірно забруднена	більше 1 до 2,5
4	Забруднена	більше 2,5 до 4
5	Брудна	більше 4 до 6
6	Дуже брудна	більше 6 до 10
7	Надзвичайно брудна	більше 10

#### Оцінка масопереносу

В якості базового методу розрахунку використовують метод пропорцій, із стратифікацією початкового ряду даних по датах<sup>1</sup>. Першу пропорцію утворюють дані за березень, квітень і травень цього року, другу - дані, отримані за інші місяці.

Для показників, які не корелюють з витратами<sup>2</sup>, застосовується формула

$$L = N * L_1 \frac{\bar{Q}}{\bar{q}}, \quad (1)$$

де  $L$  - шуканий об'єм масопереносу,  $N$  - число днів в році,  $L_1$  - середній добовий масоперенос, визначений як твір вимірних концентрацій за об'єм стоку у відповідний день,  $\bar{Q}$  - середньодобова витрата за рік,  $\bar{q}$  - середньодобова витрата за дні, в які виконувався відбір проб.

У разі значимої кореляції між витратами і концентраціями застосовується наступна формула:

$$L = N * L_1 \frac{\bar{Q} (n + F_{wq})}{\bar{q} (n + F_q)}, \quad (2)$$

$$\text{де } F_{wq} = \frac{\text{Cov}(w, q)}{\bar{w}\bar{q}},$$

$$F_q = \frac{\text{Var}(q)}{(\bar{q})^2}$$

$w$  - масоперенос, вимірний під час відбору проби  $w = q_j c_j$ ;

$\text{Cov}()$  - вибіркова коваріація;

$\text{Var}()$  – вибіркова дисперсія;

$n$  – число проб;

інші позначення - ті ж, що і в (1)

<sup>1</sup> Оптимальне з точки зору достовірності отримуваних оцінок масопереносу визначення способу стратифікації даних вимагає проведення спеціальних досліджень. До отримання відповідних результатів рекомендується проводити оцінку по декількох варіантах розрахунку.

<sup>2</sup> Визначення критичного рівня значущості кореляції вимагає проведення спеціальних додаткових досліджень. До отримання відповідних результатів рекомендується проводити оцінку по двох варіантах розрахунку.

**Програма робіт  
на надання послуг із створення науково-технічної продукції «комплексний екологічний  
моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-  
Чорне море у 2023-2024 роках. Район морського підхідного каналу»**

**1. Актуальність та мета роботи**

Антропогенне навантаження на екосистему української ділянки дунайської дельти, як внаслідок виконання експлуатаційного днопоглиблення на морському підхідному каналі глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море, (МПК ГСХ) так і внаслідок постійного руху водного транспорту, створює певні загрози для навколишнього природного середовища, яке в дельті Дунаю є унікальним і має загальноєвропейське значення. Зокрема, МПК ГСХ проходить через територію Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ), який є одним з центрів європейського значення з точки зору збереження біологічного різноманіття.

Важливим є міжнародний аспект, пов'язаний з підвищеною увагою до дій України по відновленню та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море з боку урядів та міжнародних екологічних організацій. З цієї точки зору є також надзвичайно актуальним впровадження в українській дельті Дунаю системи моніторингу, що відповідає міжнародним стандартам, дає об'єктивну картину стану екосистеми ділянки басейну та забезпечує надання необхідної інформації щодо транскордонних впливів у відповідності до вимог Конвенції Еспоо.

**Метою проведення комплексного екологічного моніторингу за спеціальною програмою (далі Програма) під час експлуатації ГСХ є отримання достовірної інформації щодо змін екосистем і їх тенденцій в часі порівняно з раніш встановленим станом, що спирається на спостереження, оцінку та прогноз.**

До загальних завдань екологічного моніторингу входять:

- забезпечення контролю стану і динаміки компонентів навколишнього природного середовища під час експлуатації морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай – Чорне море;
- оцінка якості морської води та стану екосистем за гідрохімічними, гідробіологічними та мікробіологічними показниками і критеріями, за сучасними методиками і класифікаціями у місцях проведення робіт;
- оцінка збитків, що завдаються компонентам навколишнього природного середовища внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай – Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту;
- визначення можливого негативного впливу на екологічний стан дельти Дунаю, зокрема на водні та прибережні екосистеми Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ);

- отримання необхідної інформації щодо транскордонних впливів на довкілля у відповідності до вимог Конвенції Еспоо;
- розробка пропозицій щодо попередження негативного впливу на довкілля у тому числі у транскордонному контексті.

## 2. Термін дії Програми

Програма моніторингових досліджень розрахована на проведення спостережень на протязі проведення робіт на морській частині каналу та експлуатації ГСХ. Вона охоплює всі сезони, які відрізняються в тому числі і за проявами природних процесів дельтоутворення.

## 3. Звітність за Програмою

Обробка результатів моніторингу виконується поетапно та щорічно. Відповідні результати надаються Замовнику у вигляді анотованих квартальних звітів, річного Зведеного заключного звіту та річного Анотованого зведеного заключного звіту.

Анотовані звіти за етапами готуються за результатами робіт на протязі дії договору згідно календарного плану і включають стислі дані щодо:

- фактично виконаних обсягів робіт за напрямками моніторингу у звітному періоді та попередні результати досліджень;

- ведений масив отриманих даних моніторингу за відповідний період.

Анотовані щоквартальні звіти ( II, III та IV квартали 2023 р., I квартал 2024 р.) з розрахунками компенсаційних платежів та остаточної ґрунтомісткості морського підводного відвалу (надаються до 15 числа місяця наступного за звітним періодом).

Анотовані зведені звіти за перше та друге півріччя 2023 р. з обґрунтуванням подальшого використання звалища ґрунтів днопоглиблення надаються в термін до 15 числа місяця наступного за звітним півріччям.

Зведений заключний звіт містить:

- характеристику фактично виконаних за програмою робіт;
- стислий аналіз результатів за різними напрямками;
- окремі зведені статистичні таблиці;
- оцінку негативного впливу на водне середовище та іхтіофауну;
- розрахунки відповідних компенсаційних платежів;
- попередній розрахунок збитків, що завдаються компонентам навколишнього природного середовища, внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на наступний рік;
- оцінку можливого негативного впливу на екологічний стан дельти Дунаю за хімічними і біологічними показниками і критеріями, а також можливого транскордонного впливу на територію зачеплених Сторін;



- пропозиції щодо попередження негативного впливу на довкілля у тому числі у транскордонному контексті;

- наукове обґрунтування подальшої експлуатації підводного морського відвалу.

Мовою звітів є українська, анотовані зведені заключні звіти за 2022 р. та за 2023 р. також надаються у перекладі на англійську мову.

У якості додатків до Зведеного заключного звіту додаються:

- фактичні дані, що отримані за програмою моніторингу у табличній формі – у повному обсязі;

- річні звіти організацій-співвиконавців програми моніторингу (мовою оригіналу) в електронному вигляді.

Анотований зведений заключний звіт містить стислі результати досліджень за рік та основні висновки та рекомендації.

Річні звіти (Зведені та анотовані) за 2022 рік надаються Замовникові до 31 травня 2023 року.

Річні звіти (Зведені та анотовані) за 2023 рік надаються Замовникові до 10 лютого 2024 року.

#### 4. Теми Програми

Головним виконавцем Програми є Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП) Мінприроди України, м. Харків (далі Виконавець). Перелік тем Програми наведений у таблиці 1.

**Таблиця 1.** Перелік тем Програми комплексного екологічного моніторингу.

Уточнення та перерозподіл робіт за темами та видами робіт виконується Головним виконавцем Програми під час розробки Програми робіт із комплексного екологічного моніторингу

№	Тема	Види робіт
1	Виконавець - Головний виконавець програми	Завдання: - планування, організація і координація робіт; - участь у проведенні комплексних експедиційних обстежень, у т.ч. гідробіологічні дослідження, мікробіологічні дослідження автохтонної і алохтомної мікрофлори, дослідження забруднення дельти Дунаю токсичними речовинами і сполуками та індикаторними мікроорганізмами (р-н ДБЗ, прибережні заплавні екосистеми); - інформаційний менеджмент (обробка, узагальнення інформації, ведення бази даних Програми моніторингу, у т.ч. за результатами ДЗЗ); - комплексна екологічна оцінка якості вод;

№	Тема	Види робіт
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- оцінка можливого транскордонного впливу днопоглиблювальних робіт та експлуатації ГСХ, а також впливу транскордонного забруднення на українську частину дельти;</li> <li>- прогноз можливих змін стану навколишнього природного середовища;</li> <li>- розробка рекомендацій щодо попередження та мінімізації можливих впливів діяльності по експлуатації ГСХ;</li> <li>- оцінка кумулятивних впливів судноплавства на стан екосистем;</li> <li>- узагальнення результатів моніторингу; підготовка зведеного звіту;</li> <li>- підготовка колективної монографії за результатами екологічного моніторингу.</li> </ul>
	Теми моніторингових досліджень, які виконуються співвиконавцями	
2	Проведення гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на українській частині дельти Дунаю в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гідрологічний моніторинг в рамках регулярних спостережень;</li> <li>- гідрохімічний моніторинг в рамках регулярних спостережень на стаціонарних пунктах;</li> <li>- дослідження динаміки морського краю дельти (МКД);</li> <li>- отримання оперативної інформації про щоденну кількість зважених та волочених наносів, які винесені у море через рукав Бистрий;</li> <li>- прогноз можливих змін стану навколишнього природного середовища.</li> </ul>
3	Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина)	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виконання комплексних експедиційних обстежень узмор'я;</li> <li>- визначення видового різноманіття, чисельності, біомаси гідробіонтів; кормової бази риб для розрахунків компенсаційних платежів;</li> <li>- дослідження гранулометричного складу ґрунтів в рамках комплексного експедиційного обстеження;</li> <li>- спостереження в процесі днопоглиблення та дампінгу ґрунту на морський відвал в процесі експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море;</li> <li>- оцінка якості донних відкладень;</li> </ul>

№	Тема	Види робіт
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- збір та узагальнення гідробіологічних, гідрологічних та гідрохімічних даних у баровій частині і суміжній акваторії;</li> <li>- формування бази даних;</li> <li>- прогноз можливих змін стану навколишнього середовища;</li> <li>- рекомендації та корегування програми моніторингу;</li> <li>- оцінка можливого транскордонного впливу.</li> </ul>
4	Іхтіологічний моніторинг при експлуатації суднового ходу Дунай-Чорне море	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дослідження впливу експлуатації суднового ходу на стан іхтіофауни;</li> <li>- оцінка негативного впливу на іхтіофауну, розрахунки компенсаційних платежів;</li> <li>- попередній розрахунок збитків, що завдаються рибним ресурсам, внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на наступний рік.</li> </ul>
5	Моніторинг морського гідровідвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море та розрахунки компенсаційних платежів за забруднення водного середовища	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оцінка сучасного стану та залишкової ґрунтємкості відвалу;</li> <li>- наукове обґрунтування подальшої експлуатації морського гідровідвалу;</li> <li>- оцінка впливу на водне середовище внаслідок експлуатації ГСХ, розрахунки компенсаційних платежів у т.ч. попередній розрахунок компенсаційних платежів на 2024 рік.</li> </ul>
6	Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вивчення впливу антропогенних факторів та природних процесів на стан рослинних та тваринних угруповань ДБЗ;</li> </ul>

№	Тема	Види робіт
	глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оцінка впливу експлуатації ГСХ на наземні екосистеми ДБЗ та їх тенденції в часі у порівнянні з станом до будівництва ходу;</li> <li>- оцінка впливу всіх видів діяльності на території ДБЗ з ранжуванням антропогенних факторів та прогноз можливих змін у стані екосистем;</li> <li>- розробка рекомендацій по оптимізації технологій робіт та зменшенню негативного впливу на прибережні екосистеми;</li> <li>- оцінка можливого транскордонного впливу.</li> </ul>
7	Моніторинг стану водних екосистем в зоні впливу відновлення та експлуатації ГСХ (за гідробіологічними показниками)	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визначення екологічного стану водних екосистем згідно вимог Водної Рамкової Директиви ЄС;</li> <li>- розробка рекомендацій щодо удосконалення системи моніторингу ГСХ Дунай – Чорне море;</li> <li>- розробка рекомендацій щодо мінімізації впливу ГСХ Дунай – Чорне море на прісноводні екосистеми.</li> </ul>

## 5. Види робіт

Програмою моніторингу передбачені наступні основні види робіт:

1) Проведення та обробка результатів регулярного гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на пунктах фонових спостережень, в районі виконання гідротехнічних робіт та в зоні можливого впливу глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море на навколишнє природне середовище;

2) Проведення та обробка результатів контрольних вимірів якості води та донних відкладів при проведенні днопоглиблювальних робіт на морському підхідному каналі ГСХ та у районі морського відвалу ґрунту;

3) Оцінка кумулятивних впливів судноплавства на стан наземних та водних екосистем;

4) Оцінка стану акваторій, що використовуються для нересту риб та для гніздування і харчування птахів;

5) Проведення комплексних експедиційних обстежень якості вод та стану компонентів навколишнього природного середовища. Комплексні експедиційні обстеження включають гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні дослідження морської частини ГСХ, а також прибережних екосистем на території ДБЗ;

6) Моніторинг стану іхтіофауни, оцінка негативного впливу на рибні ресурси при експлуатації суднового ходу Дунай-Чорне море;

7) Щоквартальні розрахунки збитків, нанесених водному середовищу та рибним запасам та розмір компенсаційних платежів, оцінка залишкової ґрунтоємності гідровідвалів (морського тощо).

8) Попередній розрахунок збитків, що завдаються компонентам навколишнього природного середовища, внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на 2024 р.;

9) Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море;

10) Аналіз та узагальнення результатів спостережень, розробка прогнозів зміни стану навколишнього природного середовища; оцінка можливого транскордонного впливу експлуатаційних днопоглиблювальних робіт та судноплавства;

11) Розроблення рекомендацій щодо попередження та мінімізації впливів експлуатації ГСХ на навколишнє природне середовище, у т. ч. у транскордонному контексті.

## **6. Проведення гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на українській частині дельти Дунаю в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море**

**Головна мета** регулярних спостережень – отримання статистично обґрунтованої інформації щодо стану та тенденцій (трендів) гідрологічних та гідрохімічних показників водного середовища в районі проведення робіт під впливом природних та антропогенних чинників, оперативної інформації про щоденну кількість зважених та волочених наносів, які виносяться у море через рукав Бистрий

### **6.1. Регулярні гідрологічні спостереження**

Основу мережі та програми гідрологічних спостережень становлять мережа гідрологічних постів та гідрометричних створів на гирловій ділянці р. Дунай.

Завданням робіт є:

- спостереження за динамікою гідрологічних характеристик дельти Дунаю в процесі експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море;

- встановлення та оцінка тенденцій природних і антропогенних змін гідрологічного режиму на українській ділянці дельти Дунаю;

- розробка прогнозу змін гідрологічних процесів на українській ділянці дельти Дунаю;

- Гідрологічні спостереження включають наступні види робіт:

- виконання регулярних спостережень за стандартними програмами на мережі діючих гідрологічних постів і створів в дельті Дунаю;
- організація і проведення спеціальних експедиційних робіт по дослідженню природної і антропогенної змінності гідрологічних процесів в дельті Дунаю.
- спостереження за динамікою морського краю Кілійської дельти: від гирла рук. Полуденного до гирла рук. Циганського.

## **6.2. Регулярні гідрохімічні спостереження**

Оснoву мережі пунктів та програми гідрохімічних спостережень в рамках Програми моніторингу при експлуатації ГСХ становлять мережа та програма пунктів контролю на досліджуваній ділянці Дунаю.

Завданням робіт є:

- встановлення та оцінка тенденцій природних і антропогенних змін гідрохімічного режиму на українській ділянці дельти Дунаю.
- спостереження за динамікою гідрохімічних характеристик дельти Дунаю в процесі експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море.

## **7. Контрольні виміри якості води при експлуатаційних днопоглиблювальних роботах на МПК ГСХ та складуванні ґрунту на морському підводному відвалі.**

В якості контрольних вимірів можуть виступати виміри, зроблені під час комплексних експедиційних обстежень, якщо вони виконані за прийнятою для контрольних вимірів схемою її з відповідним переліком показників:

- контрольні виміри якості води, якості донних відкладів, гідрологічні спостереження під час проведення днопоглиблювальних робіт на барі рук. Бистрий;
- моніторинг у зоні морського відвалу ґрунту.

Задачею контрольних вимірів є безпосередня оцінка техногенного впливу на якість води у процесі виїмки ґрунту, контроль якості води в районах гідровідвалів (морського зокрема) під час проведення експлуатаційних днопоглиблювальних робіт.

## **8. Комплексні експедиційні обстеження**

УКРНДІЕП організує та контролює комплексні експедиції з максимально можливим використанням плавзасобів.

Комплексні експедиційні обстеження у рамках Програми моніторингу спрямовані на поглиблене вивчення впливу антропогенних факторів та природних процесів на стан навколишнього природного середовища.

Цілями експедиційних робіт є:

- отримання комплексних гідроекологічних і мікробіологічних (у т.ч. санітарно-гігієнічних) оцінок стану української частини дельти Дунаю та прилеглої частини Чорного моря;
- комплексна оцінка впливу експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море на стан біоценозів; на стан акваторій, що використовуються для нересту риби, нагулу молоді та гніздування і харчування птахів;
- отримання гідробіологічних, мікробіологічних та гідрохімічних даних, необхідних для оцінки негативного впливу на водне середовище та біоресурси внаслідок експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море та інших антропогенних факторів;
- уточнення та корегування програми регулярних спостережень;
- оцінка масштабу можливих негативних впливів експлуатації ГСХ (втрати різноманіття місць існування, їх уніфікація та спрощення внаслідок будівництва каналу, та поновлення повномасштабної навігації) та розробка пропозицій щодо їх мінімізації.

Комплексні експедиційні дослідження включають виконання детального гідробіологічного, мікробіологічного і гідрохімічного дослідження стану екосистем в межах ДБЗ, дослідження в баровій частині гирла Бистре та на 8-км ділянці придунайської частини Чорного моря (від г. Прорва до морського кордону Україна – Румунія).

Комплексні експедиційні дослідження проводяться у весняно-літній, літньо-осінній та осінньо-зимовий періоди.

### **Програма комплексних експедиційних обстежень**

Гідрохімічні дослідження:

- На стаціонарних пунктах мережі регулярних спостережень: у частині програми досліджень, яка доповнює регулярні спостереження, зокрема специфічні домішки, токсиканти тощо.

Гідробіологічні проби відбираються:

на станціях стаціонарних пунктів (фітопланктон, зоопланктон, зообентос);

Гідробіологічні дослідження під час проведення комплексних експедиційних обстежень виконуються з метою: визначення тенденцій динаміки стану популяцій, угруповань, гідробіоценозів та гідроекосистем; збору даних для оцінки збитків, що завдаються біоресурсам;.

Розміщення станцій враховує напрямки переносу водних мас та завислих наносів.

Гідрологічні дослідження включають виміри профілів солоності і температури від дна до поверхні води, а також вимірювання напрямку і швидкості течій.

## **9. Іхтіологічний моніторинг при експлуатації суднового ходу Дунай – Чорне море**

Метою досліджень є:

- вивчення впливу експлуатаційних днопоглиблювальних робіт та судноплавства на прохідні та туводні види риб, розробка рекомендацій по організації та регулюванню рибальства на р. Дунай.

Завдання досліджень:

- вивчення стану популяцій прохідних та туводних видів риб;
- вивчення впливу експлуатації судноплавного шляху по українській ділянці р. Дунай на прохідні та туводні види риб та здійснення промислу.
- Роботи повинні включати:
  - виконання натурних іхтіологічних спостережень у місцях безпосереднього проведення гідротехнічних робіт і на ділянках, що піддаються опосередкованому впливові внаслідок замулення;
  - спостереження за станом природних нерестовищ риб і акваторій, що використовуються для раннього розвитку й нагулу молоді;
  - виконання комплексу натурних іхтіологічних спостережень на ділянках, де організовані відвали ґрунту;
  - оцінка впливу днопоглиблювальних робіт на баровій частині на міграцію прохідних видів риб;
  - збір і узагальнення даних про стан промислової іхтіофауни на підставі матеріалів, отриманих під час досліджень;
  - збір і узагальнення статистичних даних щодо рибного промислу;
  - оцінка масштабів впливу робіт на інтенсивність рибного промислу;
  - розроблення пропозицій щодо попередження та мінімізації впливу експлуатації ГСХ на іхтіофауну;
  - оцінка негативного впливу на іхтіофауну під час проведення днопоглиблювальних робіт за звітний період та розрахунки компенсаційних платежів, які виконуються на підставі натурних матеріалів, отриманих у ході виконання комплексного моніторингу.

## **10. Розрахунки компенсаційних платежів**

**За результатами моніторингу виконується оцінка негативного впливу гідротехнічних робіт на компоненти навколишнього природного середовища та розрахунки відповідних компенсаційних платежів, зокрема:**

- розрахунки компенсаційних платежів за негативний вплив на рибні ресурси під час проведення гідротехнічних робіт;



- попередній розрахунок збитків біоресурсів під час виконання робіт з експлуатаційного днопоглиблення на МПК ГСХ р. Дунай-Чорне море та складування ґрунту на морському підводному відвалі на 2024 р. з рекомендаціями по обмеженню господарської діяльності при проведенні робіт;

- розрахунки компенсаційних платежів за забруднення водного середовища в наслідок робіт з експлуатаційного днопоглиблення на морському підхідному каналі ГСХ Дунай-Чорне море;

- попередній розрахунок збитків, що завдаються водним ресурсам внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на 2024 р.

Розрахунки компенсаційних платежів виконуються щоквартально. При розрахунках використовуються офіційно затверджені методики.

При розрахунках компенсаційних платежів відповідальні організації використовують результати власних досліджень, а також результати досліджень інших співвиконавців Програми, які надаються відповідальним за розрахунки організаціям у робочому порядку через Виконавця.

### **11. Моніторинг морського гідровідвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море**

В ході моніторингу морського гідро відвалу ґрунту повинно бути проведено:

- оцінку сучасного стану та залишкової ґрунтомісткості відвалу;
- наукове обґрунтування подальшої експлуатації морського гідровідвалу.

### **12. Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море**

Метою робіт за даним розділом є оцінка впливу експлуатації ГСХ на зміни прибережних екосистем на території ДБЗ відокремлена від інших антропогенних та природних факторів.

Завдання досліджень: аналіз динаміки флори ДБЗ під впливом природних та антропогенних чинників з їх ранжуванням; аналіз динаміки видового складу і чисельності популяції герпетофауни, орнітофауни, рідкісної іхтіофауни та бентосу ДБЗ під впливом природних та антропогенних чинників з їх ранжуванням; оцінка кумулятивних впливів судноплавства на стан наземних та водних екосистем; оцінка стану акваторій, що використовуються для нересту риб та для гніздування і харчування птахів; визначення масштабів можливих негативних впливів.

### **13. Аналіз екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням засобів дистанційного моніторингу**

Роботи включають:

- проведення моніторингу вмісту та просторового розподілу завислих речовин в дельті Дунаю та у прибережній частині Чорного моря з використанням космічних знімків.
- довгострокові спостереження за динамікою МКД;
- поповнення створеної бази даних, що містить у ГІС-форматах результати обробки та аналізу космічних знімків щодо динаміки руслових процесів та даних моніторингу.

#### **14. Забезпечення якості спостережень**

З метою забезпечення якості спостережень Програмою передбачається:

- виконання робіт тільки акредитованими лабораторіями;
- уніфікація методів відбору проб;
- використання встановленого переліку методик визначення показників;
- виконання стандартних процедур контролю якості хіміко-аналітичних досліджень;
- залучення до виконання спеціальних досліджень спеціалізованих лабораторій провідних українських галузевих інститутів і інститутів Національної Академії наук України.

#### **15. Інформаційний менеджмент**

Інформаційний менеджмент в рамках виконання Програми включає інтеграцію всіх даних, отриманих від організацій співвиконавців в ході проведення робіт в єдиній базі даних, їх логічний контроль, аналіз та обробку.

Результати регулярного моніторингу, контрольних вимірювань та комплексних експедиційних досліджень оформлюються співвиконавцями у вигляді щоквартальних звітів та щорічного звіту.

УКРНДІЕП, як відповідальний виконавець, забезпечує інтеграцію даних, отриманих від всіх виконавців Програми, їх аналіз, обробку та підготовку об'єднаних звітів за етапами виконання Програми.

#### **16. Дії у випадку надзвичайного (аварійного) забруднення**

У випадку виявлення в ході виконання моніторингових робіт надзвичайного (аварійного) забруднення, результати спостережень передаються до компетентних органів Мінприроди України, які діють відповідно до міжнародного керівництва головних міжнародних центрів оповіщення міжнародної системи оповіщення про аварійні та надзвичайні ситуації у басейні ріки Дунай (AEWS).

#### **17. Перегляд та корегування Програми**

Припускається перегляд та корегування Програми за результатами стаціонарних спостережень, контрольних вимірів, експедиційних досліджень, а також відповідно до ходу експлуатаційних робіт. Зміни в Програмі узгоджуються відокремленим підрозділом Замовника - філією "Дельта-лоцман" ДП «АМПУ».

**ДОДАТОК М**  
**МОНІТОРИНГОВІ АНОТОВАНІ ЗАКЛЮЧНІ ЗВІТИ ЗА 2020 – 2022 РОКИ**

УДК 504.064.3:282.243.7

**Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-  
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ» (УКРНДІЕП)**

**61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6;  
тел./факс (057) 702-15-92; E-mail: directorniiep@gmail.com**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Перший заступник директора  
з наукової роботи**

\_\_\_\_\_ **Васенко О.Г.**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2021 р.**

**АНОТОВАНИЙ ЗВЕДЕНИЙ ЗАКЛЮЧНИЙ ЗВІТ ЗА 2020 р.  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**«Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного  
суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2020-2021 роках.  
Район Морського підхідного каналу»**

Договір № 1260/1.1/139-В-ФДЛ-20 від 02.06.2020 р.

**III етап**

Відповідальний виконавець

О.Ю. Ієвлева

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ	3
1. Гідрологічні та гідрохімічні дослідження р. Дунай (ДГМО, УКРНДІЕП)	5
2.. Оцінка екологічного стану Дунаю за гід- робіологічними, гідрохімічними та мікробіологічними показниками (УКРНДІЕП, ІГБ)	8
3. Контрольні спостереження в процесі експлу- атації глибоководного суднового ходу Дунай- Чорне море (морська частина) (ІМБ НАН України)	15
4. Результати іхтіологічного моніторингу (ОдЦПівденНІРО)	18
5. Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)	21
6. Аналіз динаміки руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря за матеріалами космічних зйомок	25
7. Моніторинг морського гідро відвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море (ЧорноморНДІпроект)	30
Висновки	32

## ВСТУП

Моніторингові роботи у 2020 р. проводились у відповідності до Технічного завдання на виконання робіт за договором № 1260/1.1/139-В-ФДЛ-20 від 02.06.2020 р. та «Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2020-2021 роках. Район Морського підхідного каналу», далі Програма.

За результатами проведених відкритих торгів до виконання робіт головним виконавцем (УКРНДІЕП Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України) залучені наступні організації: Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО), Одеський центр Південного НДІ морського рибного господарства та океанографії (ОдЦПівдНІРО), Державне підприємство «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ», Дунайський біосферний заповідник НАНУ (ДБЗ), Державна установа «Інститут морської біології» (ІМБ) НАНУ, Інститут гідробіології Національної академії наук України (ІГБ).

Згідно Програми моніторингу Дунайською гідрометеообсерваторією проводились систематичні щомісячні гідрологічні та гідрохімічні дослідження показників стану вод української частини р. Дунай. УКРНДІЕП виконані сезонні експедиційні гідроекологічні дослідження на трасі ГСХ (гідрохімічні, гідробіологічні, мікробіологічні). Узагальнена інформація про склад та структуру біотичних угруповань гирлових ділянок рукавів дельти Дунаю в осінній період 2020 р. згідно з гідробіологічними дослідженнями (ІГБ).

Експедиційні обстеження на узмор'ї Дунаю в рамках контрольних спостережень при проведенні гідротехнічних робіт проводились у серпні 2020 року (ІМБ). Виконано збір та узагальнення гідрологічних і гідрохімічних даних у баровій частині та суміжній акваторії на 12 станціях. На кожній станції виконувався комплекс гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних робіт; метеорологічні спостереження.

В рамках комплексного екологічного моніторингу проводились спостереження за станом рослинних угруповань берегової лінії та плавнів, макрзообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів і заток на території ДБЗ, герпетофауною і іхтіофауною, а також орнітологічні і теріологічні обстеження у районі ГСХ та на о. Єрмаків.

Поповнювались бази космічних знімків, проводились дослідження екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням засобів дистанційного моніторингу. Аналіз космічних зйомок дозволяє оцінювати динаміку руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря у сезонному та багаторічному аспекті.

У відповідності до Програми проводились роботи з іхтіологічного моніторингу. Виконано аналіз статистичних даних щодо промислу прохідних та туводних риб в р. Дунай і авандельті, проведено збір та обробку матеріалів, що характеризують стан їх популяцій. На підставі цих даних проводились розрахунки можливих збитків, які можуть бути нанесені водному середовищу та рибним ресурсам під час проведення запланованих гідротехнічних робіт у 2021 році (ОдЦПівдНІРО, «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ»).

Виконано оцінку впливу у 2020 році днопоглиблювальних робіт на водне середовище та іхтіофауну; проведені щоквартальні розрахунки компенсаційних платежів (ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ, ОдЦПівдНІРО).

Проведено аналіз фактичних обсягів складування ґрунтів, вийнятих під час експлуатаційних днопоглиблювальних робіт по відновленню ГСХ «Дунай – Чорне

море”, оцінку залишкової ґрунтомісткості гідровідвалу; вивчення можливості подальшого його використання під час виконання днопоглиблювальних робіт на морській частині ГСХ “Дунай – Чорне море” (ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ).

Моніторингові роботи спрямовані на відстеження впливів (прямих та опосереднених) експлуатаційного днопоглиблення в районі МПК на екологічний стан узмор’я, а також інших факторів природного і антропогенного характеру, що формують ситуацію в досліджуваному регіоні (гідрологічний режим, об’єми стоку води та наносів, гідрохімічний режим стоку Дунаю, динаміка морського краю дельти, стан кормової бази риб, тощо). Контролю також потребують питання стану прилеглих до району проведення робіт охоронних територій, біорізноманіття, рідкісної флори та фауни, а також отримання необхідної інформації щодо транскордонних впливів у відповідності до вимог Конвенції Еспоо.

Анотований звіт містить стислі відомості про фактичне виконання програми робіт та основні результати досліджень за напрямками моніторингу.

## 1. Гідрологічні та гідрохімічні дослідження р. Дунай (ДГМО, УКРНДІЕП).

У 2020 р. згідно Програми комплексного екологічного моніторингу та Технічного завдання за договором субпідряду з УКРНДІЕП Дунайською гідрометобсерваторією виконувались регулярні гідрологічні та гідрохімічні дослідження в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) «Дунай – Чорне море».

В програму гідрологічного моніторингу за 2020 рік входили щоденні спостереження за рівнем і температурою води. Ці спостереження проводилися на одинадцяти стаціонарних постах, на п'яти з яких, крім того, велися спостереження за стоком завислих наносів. Для дослідження просторово-часової мінливості стоку води та наносів в різні фази гідрологічного режиму були виконані експедиційні роботи по вимірюванню витрат води та завислих наносів на 22 гідростворах дельти Дунаю. Гідрохімічні спостереження згідно вимог Технічного завдання були проведені по всій довжині української ділянки р. Дунай – від р. Прут до гирла Бистрого. Експедиційні роботи, до складу яких входили гідрометеорологічні спостереження та відбір проб води, проводились щомісячно на 17 станціях з наступним лабораторним визначенням 34 фізичних та хімічних показників дунайської води.

Методики проведення гідрологічного та гідрохімічного моніторингу за звітний період не змінювались.

У 2020 р. УКРНДІЕП проведені експедиційні дослідження на трасі ГСХ, визначено вміст важких металів у воді та донних відкладеннях.

Програма гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на українській частині дельти Дунаю в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море” в 2020 р. була виконана повністю.

2020 рік був аномально теплим та сухим. Середня за рік температура повітря склала 13,4 °С, що перевищує середнє багаторічне значення на 2,4 °С і є найбільшою середньорічною температурою повітря за весь період спостережень з 1945 по 2020 роки. Сума опадів за рік склала 357,8 мм, тобто 77,8% від багаторічної норми. Найбільший дефіцит опадів відмічався з січня по квітень включно.

2020 рік відрізнявся вкрай низькою водністю та був самим маловодним за останні 30 років. Середній річний рівень води на посту Рені був на 74 см нижче норми. Об'єм стоку води на замикаючому створі Дунаю (54 миля) склав 156 куб. км, що відповідає середній річній витраті 4940 куб. м/с. Модульний коефіцієнт річного стоку дорівнює 0,76. Основною причиною екстремально низької водності в гирлової області Дунаю у 2020 році був аномальний сезонний розподіл стоку води, а саме — практично повністю відсутнє весняне водопілля.

В морську Кілійську дельту (гідроствор 20 км) за 2020 рік поступило 75,7 куб. км води (48,5% водного стоку Дунаю) при середній річній витраті 2390 куб. м/с. По трасі ГСХ через рукав Бистрий у море було винесено 29,8 куб. км води або 19,1% загального припливу у вершину дельти.

Всього за 2020 рік в Чорне море поступило 8,97 млн. тон завислих наносів Дунаю, з яких 3,90 млн. тон, або 43,5% від загальної кількості пройшло по рукавам морської Кілійської дельти Дунаю. По рукаву Бистрому пройшло 1,74 млн. тон, або 19,4% стоку наносів Дунаю.

Приблизний розрахунок характеристик стоку наносів в гирлі рукава Бистрого надав наступні результати. В 2020 році сума завислих та рухомих наносів склала 1,91 млн. тон, об'єм яких - 1,42 млн. м<sup>3</sup>.

Аналіз багаторічних матеріалів вимірів витрат води та завислих наносів показує, що на цей час у вершині дельти Дунаю зберігається тенденція зменшення водоносності рукавів Кілійської системи, яка пов'язана з транскордонним впливом гідротехнічних робіт в румунській частині дельти по випрямленню рукава Георгіївській. При цьому частка стоку води та наносів рукава Бистрий за останні роки залишаються відносно стабільними.

Проблема заносимості морського підхідного каналу потребує проведення додаткових теоретичних та експедиційних досліджень за спеціальною програмою.

Лабораторний аналіз проб води проводився у лабораторії, що пройшла аудит на відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005. Отримані результати надійні і можуть бути використані для ведення бази даних гідрохімічних та гідрофізичних показників.

Гідрохімічний режим р. Дунай залежить в основному від змін гідрологічних факторів: водності, температури води та кількості завислих речовин. Значні швидкості течії та турбулентність потоку сприяє однорідності хімічних показників та їх відносно обмеженої амплітуди.

Температура води під час проведення експедиційних робіт плавно збільшувалась від січня до серпня. В подальші місяці спостерігалось охолодження води.

В порівнянні з багаторічними значеннями відмічається тенденція до зменшення кількості завислих речовин в останнє десятиріччя.

Концентрація вуглекислого газу та кисню збільшувалась в дунайській воді у відносно холодний період. Зі збільшенням температури води вміст розчинених газів зменшувався. В порівнянні з середніми багаторічними значеннями в дунайській воді зменшились концентрації розчинених газів.

Зменшення концентрацій органічних речовин, фосфорних сполук та кремнію в порівнянні з багаторічними величинами було характерним для звітнього періоду. Значення БСК-5 слугують непрямим доказом помірного забруднення дунайської води.

На практично однаковому рівні в порівнянні з багаторічними концентраціями у воді р. Дунай знаходились прозорість, рН, азотні сполуки. В звітньому періоді зменшилась кількість відібраних проб, в яких було відмічене перевищення ГДК по азоту нітритному.

Дунайська вода має сталий склад головних іонів, з яких в дунайській воді переважають гідрокарбонати, кальцій та сульфати. Зміни концентрацій головних іонів знаходяться в межах середніх багаторічних. У травні в воді рук. Бистрий відмічалось збільшення концентрацій головних іонів, що є наслідком впливу морських вод. Травневе збільшення концентрацій викликало деяке перевищення концентрацій головних іонів над їх середніми багаторічними значеннями.

Середні концентрації СПАР, нафтопродуктів, фенолу та хрому шестивалентного залишались на рівні багаторічних концентрацій. Перевищення ГДК відмічалось в поодиноких пробах нафтопродуктів, в 66 % відібраних проб для подальшого визначення фенолу, майже в 100% - хрому шестивалентного.

Всього за звітний період з водним стоком Дунаю в Чорне море поступило більше 554 тис. тон біогенних речовин. При цьому майже 94% приходить на частку сполук кремнію та нітратного азоту.

Забруднення вод р. Дунай металами має наступні характеристики:

- валовий вміст заліза, марганцю, цинку, нікелю та міді у порівнянні з даними 2005 року нижчий, але відносно попереднього року відмічається підвищення вмісту цинку



та зниження вмісту інших досліджуваних металів;

- за даними експедиційних досліджень у 2020 році найбільше забруднення металами спостерігалось переважно у листопаді;

- валовий вміст заліза у воді, як і у попередні роки, перевищував значення як ГДК<sub>р.г.</sub> так і ГДК<sub>к.пб.</sub> протягом усього року на усіх пунктах спостереження; залізо має найбільші перевищення з досліджуваних металів;

- за валовим вмістом марганцю також спостерігались перевищення ГДК<sub>р.г.</sub>, також мали місце разові випадки перевищень ГДК<sub>к.пб.</sub> за валовим вмістом (до 1,6 ГДК<sub>к.пб.</sub>);

- валовий вміст цинку в більшості проб був мінімальним і не перевищував ГДК, але спостерігались епізодичні перевищення до 3,8 ГДК<sub>р.г.</sub> за валовим вмістом;

- валовий вміст нікелю в переважній більшості проб не перевищував ГДК;

- валовий вміст міді впродовж року змінювався по окремим пунктам спостережень валовий вміст – від 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,091 мг/дм<sup>3</sup>, перевищень ГДК<sub>к.пб.</sub> не спостерігалось.

Високий вміст металів у донних відкладах спостерігається по всій українській частині річки. Однак у 2020 році відмічається зменшення масової частки досліджуваних металів у донних відкладах порівняно з попереднім роком.

Співставлення результатів моніторингу з рекомендованими міжнародними нормами TNMN і JDS щодо вмісту металів показують, що у 2020 році перевищення нормативів мали місце для вмісту нікелю та міді у донних відкладах та за валовим вмістом міді у воді. Виявлені факти порушень нормативів мали разовий характер і не перевищували 1,5 ГДК у донних відкладах. Опосереднені по ділянці річки результати спостережень, як по окремим сезонам, так і в цілому за рік не перевищують вищевказаних нормативів вмісту металів у воді.

## 2. Оцінка екологічного стану Дунаю за гідробіологічними, гідрохімічними та мікробіологічними показниками (УКРНДІЕП, ІГБ)

Дослідження стану гідробіологічних угруповань української частини дельти Дунаю УКРНДІЕП виконувались по трасі суднового ходу Дунай – Чорне море у червні, липні та жовтні 2020 р. відповідно до стандартних гідробіологічних методик (табл. 2.1). Всього за період експедиційних досліджень відібрано 240 проб води та донних відкладів для біологічного та хімічного аналізу.

**Таблиця 2.1.** Пункти відбору проб УКРНДІЕП (червень, липень-серпень, жовтень 2020 р.)

№ пункту	Код, найменування пункту відбору	Відстань від гирла	Прив'язка	Дата	Види проб
1	R01, 2 км вище м. Рені	71 миля	лівий берег	13.06.20 29.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
2	R06, 1 км нижче м. Ізмаїл	89 км	лівий берег	13.06.20 29.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
3	R07, вище м. Кілія	49	лівий берег	13.06.20 29.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
4	R09, нижче м. Кілія	32 км	лівий берег	13.06.20 29.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
5	R10, 1 км вище м. Вилкове	21 км	лівий берег	15.06.20 30.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
6	R11, р. Очаківський	17 км	лівий берег, середина	11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
7	R14, р. Очаківський	6 км	лівий берег, середина	11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
8	R12, р.Старостамбульський	11 км	лівий берег, середина	11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
9	R15, р.Старостамбульський	4 км	лівий берег, середина	11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
10	R13/9, р. Бистрий	9 км	лівий берег, середина	11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
11	R13/1, р. Бистрий	1 км	лівий берег, середина	11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні
12	R13/0, р. Бистрий	0 км		11.06.20 28.07.20 20.10.20	гідрохімічні, гідробіологічні

*Результати гідробіологічних досліджень (УКРНДІЕП)*

Кількісний та якісний склад фітопланктону досліджених створів української частини р. Дунай в цілому відповідав сезонам відборів і типу водойм, а також був подібним до аналогічних сезонів останніх років.

У ході аналізу 36 альгологічних проб, відібраних у 12 створах р. Дунай під час експедиційних виїздів у червні, липні та жовтні 2020 р., було виявлено 176 видових і внутрішньовидових таксонів з 8 відділів прісноводного фітопланктону. Максимальне різноманіття планктонних водоростей спостерігалось серед характерних для річкового фітопланктону реофільних діатомових (Bacillariophyta) -у червні (близько 48 % від загальної кількості видів) та жовтні (67,4 % від загальної кількості видів), а у липні кількість виявлених видів серед зелених (Chlorophyta) переважала діатомові на 3 види й становила 36,5 % від загальної кількості видів. Представники відділу Зелені посідали друге місце у червні, складаючи близько половини кількості виявлених видів діатомових, та жовтні, коли їх різноманіття було меншим у 6 разів. В інших відділах фітопланктону видове різноманіття було значно меншим, особливо у жовтні.

Кількісний розвиток фітопланктону на досліджених ділянках загалом був досить помітним. В цілому спостерігалися значні коливання чисельності фітопланктону (22,35 – 63,06 млн. кл/дм<sup>3</sup> у червні, 22,45 - 77,47 млн. кл/дм<sup>3</sup> у липні-серпні, 13,9 - 83,19 млн. кл/дм<sup>3</sup> у жовтні), обумовленої головним чином синьозеленими, і більш однорідні та відносно невисокі показники його біомаси (1,73-5,89 мг/дм<sup>3</sup> у червні, 1,25-3,84 мг/дм<sup>3</sup> у липні-серпні, 1,174-2,0 мг/дм<sup>3</sup> у жовтні). У динаміці загальної біомаси від червня до жовтня 2020 р. простежувалося зниження ролі діатомових і підвищення значення синьозелених, жовто-зелених, золотистих:

- у червні – діатомові переважали у 10 з 12 досліджених створів, синьозелені в 1 (рук. Бистрий 9 км), жовтозелені – в 1 (рук. Бистрий 0 км);
- у липні - діатомові займали перше місце у 8 створах, синьозелені - в 1 (вище Кілії), жовтозелені – у 3 (рук. Очаківський 17 км, рук. Старостамбульський 11 км і 4 км);
- у жовтні - діатомові переважали за біомасою у 5 створах, синьозелені – також у 5 створах, жовто-зелені – в 1 (рук. Бистрий 0 км), золотисті – в 1 (вище Рені).

Загалом у 2020 р. відмічалася важлива роль діатомових і синьозелених як у динаміці кількісних показників фітопланктону, так і в провідному комплексі видів, що свідчить про продовження тенденцій попередніх років.

Більшість видів-індикаторів якості води належали до  $\beta$ -мезосапробної зони («помірно забруднені води»).

Порівняння визначення класів і категорій якості води досліджених створів за значеннями індексу сапробності та за біомасою фітопланктону відповідно до Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод, як і у минулі роки, підтвердило важливість урахування обох критеріїв якості води, особливо у теплі сезони, коли відбувається підвищення розвитку планктонних водоростей:

- у жовтні як за значеннями індексу сапробності, так і за біомасою фітопланктону якість води усіх створів відносилась до  $\beta'$ -мезосапробної зони й відповідала II класу якості поверхневих вод, 3 категорії (значення індексу сапробності 1,6-2,0, біомаса 1,1-2,0 мг/дм<sup>3</sup>): «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, мезоевтрофному типу трофності, наближаючись до більш чистої границі;

- у липні-серпні за індексом сапробності було визначено також II клас, 3

категорію в усіх створах, проте за біомасою відповідність відмічалася лише для 4 створів (вище й нижче Кілії, рук. Старостамбульський 4 км, рук. Бистрий 9 км), а інші 8 відносились до сусідньої, більш забрудненої, 4 категорії III класу (біомаса 2,1-5,0 мг/дм<sup>3</sup>): «задовільні» за станом якості вод, «слабко забруднені» за ступенем чистоти/забрудненості, β"-мезосапробної зони, евтрофного типу трофності;

- у червні відмінність між категоріями якості води, визначеними за індексом сапробності та біомасою фітопланктону, була ще більш значною: згідно з індексом сапробності 11 створів відносились до II класу 3 категорії, а один (рук. Бистрий 0 км, індекс сапробності 1,53) - до II класу 2 категорії: «дуже добрі» за станом якості вод, «чисті» за ступенем чистоти/забрудненості (значення індексу сапробності 1,0-1,5), α-олігосапробна зона, мезотрофні. За біомасою фітопланктону II класу 3 категорії відповідала якість води у 4 створах (серед яких 3 співпадали з визначеними за індексом сапробності), в інших відмічалася погіршення: у 7 створах – до 4 категорії III класу, а у створі рук. Бистрий 9 км – до 5 категорії III класу (біомаса 5,1-10,0 мг/дм<sup>3</sup>): «посередні» за станом якості вод, «помірно забруднені» за ступенем чистоти/забрудненості, α'-мезосапробна зона, ев-політрофні, хоч біомаса (5,89 мг/дм<sup>3</sup>) наближалася до нижньої – більш чистої - границі даної зони.

Зоопланктон досліджених ділянок української частини дельти р. Дунай за видовим складом і показниками кількісного розвитку характеризувався як досить бідний. Під час трьох експедиційних виїздів загальне видове різноманіття перебувало на рівні від 11 до 13 таксонів, за кількістю видів у створах – від повної відсутності до 8 видів.

Як чисельність, так і біомаса зоопланктону під час досліджень формувались головним чином за рахунок копеподит. Аналіз отриманих даних кількісного розвитку у досліджених пунктах свідчить про нерівномірність: чисельність коливалась у межах 90 - 1800 екз/м<sup>3</sup>, а біомаса – від 0,06 мг/м<sup>3</sup> (у пункті R 13/0) до 74,324 мг/м<sup>3</sup> (R11) у червні, від 0,12 мг/м<sup>3</sup> (R13/0) до 78,428 мг/м<sup>3</sup> (R11) у липні, від 0,064 мг/м<sup>3</sup> (R09) до 15,32 мг/м<sup>3</sup> (R07) у жовтні.

Види-індикатори зоопланктону відносились головним чином до β-сапробної зони. За індексом сапробності, який перебував на рівні 1,5-18, якість води у період від червня до жовтня 2020 р. покращувалась, але залишалась головним чином у межах β'-мезосапробної зони, II класу 3 категорії якості вод: добрі за станом, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості.

За результатами еколого-токсикологічної оцінки стану поверхневих вод дослідженої ділянки р. Дунай у 2020 р. близько половини досліджених проб у червні (4 проби з 9 відібраних) й жовтні (7 з 15) за токсикологічним показником не відповідали встановленому нормативу [КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.] і відносились до II класу якості – «слабко забруднені», інші за ступенем забрудненості відповідали I класу – «вода чиста». Також у жовтні 1 проба (Лески, скид 20, канал) відповідала 3 класу якості – «помірно забруднені». У липні відмічалася відносно краща якість води - серед 12 проб води 4 (р. Дунай нижче м. Ізмаїл, вище м. Вилкове, вище м. Кілія та нижче м. Кілія) виявили хронічну токсичність і відносились до II класу якості – «слабко забруднені», інші 8 проб (р. Дунай вище м. Рені, р. Очаківський, р. Бистрий та р. Старостамбульський) за ступенем забрудненості відносились до I класу якості – «вода чиста».

Результати аналізу проб зообентосу свідчать про коливання за різноманіттям і кількісними показниками. Це може свідчити про неоднорідність місць мешкання та

нестабільність умов існування бентосних організмів, що обумовлено, в першу чергу, природними факторами (структура ґрунтів, швидкість течії тощо), а не антропогенним впливом - проведенням днопоглиблювальних робіт. Видовий склад макрзообентосу у червні 2020 р. налічував 8 великих таксонів донних безхребетних, у липні – 7, у жовтні – 6.

Чисельність бентосних організмів змінювалася від 30 екз/м<sup>2</sup> (R10, R15) до 400 екз/м<sup>2</sup> (R06) у червні, від 17 екз/м<sup>2</sup> (R15) до 119 екз/м<sup>2</sup> (R09) у липні, від 25 екз/м<sup>2</sup> (R01, R12) до 375 екз/м<sup>2</sup> (R14) у жовтні, а біомаса – від 0,04 мг/м<sup>2</sup> (R15) до 13,48 мг/м<sup>2</sup> (R14) у червні, від 0,02 мг/м<sup>2</sup> (R15) до 232,25 мг/м<sup>2</sup> (R12) у липні, від 0,02 мг/м<sup>2</sup> (R01) до 63,12 мг/м<sup>2</sup> (R15) у жовтні. Це в першу чергу обумовлено, на нашу думку, змінами природних характеристик біотопів макрзообентосу - швидкістю течі, витратами та температурою води у Дунаї, а не впливом днопоглиблювальних робіт.

Згідно з результатами проведених досліджень можна зазначити, що за класифікацією, яка була запропонована Міжнародною комісією захисту Дунаю, всі відібрані проби за вмістом хлорофілу «а» фітопланктону відповідали 1 класу якості.

За вмістом хлорофілу «а» фітопланктону, за класифікацією, запропонованою УКРНДІЕП води української ділянки дельти Дунаю у середньому можна було віднести до мезотрофних із переходом у оліготрофні. За класифікацією ІГБ – до оліготрофних із переходом у оліго-мезотрофні. За класифікацією по індексу TSI – до оліго-мезотрофних із переходом у мезотрофні. Значення концентрацій хлорофілу «а» донних відкладів (які були представлені переважно піщанистими мулами) у середньому відповідали межі мезотрофних і евтрофних вод. Таким чином, можна вважати, що за пігментними показниками досліджені води у цей період у цілому були близькі до мезотрофних.

Відзначені за результатами багаторічних спостережень загальні тенденції до зниження концентрацій фотосинтетичних пігментів фітопланктону й збільшення вмісту цих пігментів у донних відкладах по мірі наближення до морського краю дельти, що може свідчити про переважання процесів осідання над процесами розвитку фітопланктону, у 2020 році були помітні в осінній період.

У 2020 р. відзначено високу частку феопігментів у пігментному комплексі як донних відкладів, так і фітопланктону, що може свідчити про доволі інтенсивний розклад біомаси мікробіодоростей.

Проведеними дослідженнями і розрахунками встановлено, що за середніми рівнями показників у 2020 р. води української ділянки дельти Дунаю за екологічною оцінкою можуть бути віднесені до 2 категорії з переходом у 3 (чисті з переходом у достатньо чисті), водночас за середніми з найгірших рівнів – до 4 категорії (слабко забруднені). Найгірша якість води відзначена за блоком трофо-сапробіологічного стану. За критеріями TNMN води української ділянки дельти Дунаю відносилися до 1 класу якості з переходом у 2.

Господарсько-побутові ГДК перевищував середній показник ХСК. На рівні ГДК знаходилася середня концентрація фенолів. Спостерігалася низка тенденцій просторового розподілу індивідуальних і комплексних показників якості вод дослідженої акваторії, зокрема зниження вмісту завислих речовин, а також індексів загальної екологічної оцінки по мірі наближення до морського краю дельти.

#### *Результати гідробіологічних досліджень (ІГБ)*

У матеріалах ІГБ НАНУ узагальнена інформація про склад та структуру біотичних угруповань гирлових ділянок рукавів дельти Дунаю в осінній період 2020 р.

згідно з гідробіологічними дослідженнями.

У складі альгоугруповань загалом зареєстровано 98 видів водоростей, в тому числі у фітопланктоні – 78, а у мікрофітобентосі – 63 види. Найбільше видове багатство відмічено серед діатомових (Bacillariophyta). Гирло рукава Бистрий характеризувалось максимальним серед досліджених ділянок видовим багатством фітопланктону (39 видів) та мікрофітобентосу (30 видів), значним багатством у фітопланктоні Euglenophyta (5 видів, на відміну від 1–2 на інших ділянках) і відсутністю Chlorophyta. Показники кількісного розвитку та структура альгоугруповань гирла рукава Бистрий відповідали іншим дослідженим ділянкам. Сапробіологічна оцінка свідчила, що всі гирлові акваторії як за структурою фітопланктону, так і фітобентосу, відповідають  $\beta$ -мезосапробній зоні.

В осінній період в гирлових ділянках рукавів розвиток рослинності знаходився на останніх стадіях вегетації, що відповідало сезону досліджень. Загалом зареєстровано 10 видів водних макрофітів, мінімальне видове багатство характерне для рукавів Бистрий та Циганка (по 5 видів), а максимальне – для рукава Старостамбульський (8 видів). Найбільша кількість видів рослин належала до гідрофітів, а найбільше проєктивне покриття було притаманні гелофітам.

Бентосні безхребетні в осінній період були представлені 88 видами, найбільшим багатством відрізнялись комахи (зокрема личинки Chironomidae). Гирло рукава Бистрий характеризувалось максимальним видовим багатством – 67 видів, з яких 22 виявлено тільки в межах цієї ділянки. Загальні чисельність та біомаса бентосних безхребетних гирла рукава Бистрий у порівнянні з іншими рукавами характеризувалась середніми значеннями і відповідали евтрофним водам. За чисельністю на всіх досліджених ділянках переважали Oligochaeta (*Limnodrilus sp.*), а за біомасою в гирлах рукавів Бистрий та Старостамбульський – Bivalvia (*S. woodiana*), в рукаві Восточний – Gastropoda (*E. esperi*), а в рукаві Циганка – Mysida (*P. bakuensis*).

Біоіндикація сапробності та якості вод показала, що за індексом Зелінки-Марвана (Z&M) акваторій гирл рукавів Бистрий, Восточний та Старостамбульський належали до  $\beta$ -мезосапробної зони, а гирло рукава Циганка – до  $\alpha$ -мезосапробної; за ТВІ всі ділянки відповідали олігосапробним водам. За індексами ВВІ та ВМWP найнижче забруднення зареєстроване в гирлі рукава Бистрий (I-II клас якості вод, чисті та досить чисті води). Гирло рукава Старостамбульський належало до II-III класу якості вод (досить чисті – помірно забруднені води), гирла рукавів Восточний та Циганка відповідали III класу якості вод (помірно забруднені води). Індекс SBCI показав, що всі досліджені акваторії характеризуються низьким біологічним забрудненням.

Під час осінніх досліджень гирлових ділянок чотирьох рукавів дельти у прибережному мілководді виявлено 12 видів риб, які належать до 6 родин. Гирло рукава Бистрий характеризувалось найбагатшим видовим складом (10 видів). За чисельністю в гирлі рукаві Бистрий переважав карась сріблястий, а в інших гирлах – різні види бичкових риб.

В осінній період зареєстровано 9 видів-вселенців, найбільша кількість – у гирлі рукава Бистрий (8). Серед виявлених видів 1 належав до фітопланктону, 1 – до мікрофітобентосу, 2 – до іхтіофауни та 5 – до бентосних безхребетних. Такі види вселенці як карась *Carassius gibelio*, двостулкові молюски *Corbicula fluminea* та *Sinanodonta woodiana* характеризувалися значними показниками кількісного розвитку в місцях виявлення.

Підвищене видове багатство майже всіх біотичних комплексів гирла рукава Бистрий відносно інших досліджених гирлових ділянок може бути пов'язане із

антропогенною трансформацією: будівництво захисної дамби призвело до зменшення незахищених від хвильового впливу й змін солоності акваторій та утворення захищеного мілководного затону, що сприяє збільшенню видового багатства угруповань гідробіонтів. Також у гирлі рукава Бистрий зареєстровано найбільшу кількість видів-вселенців, деякі з яких (двостулкові молюски) утворили стабільні угруповання, що характеризуються значними показниками кількісного розвитку.

#### *Результати мікробіологічних досліджень (УКРНДІЕП)*

Під час проведення експедиційних досліджень були відібрані проби води для мікробіологічних досліджень з метою визначення санітарно-бактеріологічного стану акваторії дельти Дунаю за індикаторами фекального забруднення (бактеріями групи кишкової палички, коліфагами і збудниками захворювань) та динаміки її самоочищення за мікрофлорою (автохтонною і алохтонною).

Проведені мікробіологічні дослідження стану води рукавів дельти Дунаю за сапрофітною (автохтонною і алохтонною) мікрофлорою та індикаторами фекального забруднення – бактеріями групи кишкової палички, коліфагами і збудниками захворювань.

Встановлено, що загальне мікробне число сапрофітних бактерій в цілому відповідало кількісним характеристикам для кожного сезонного періоду.

Повільні процеси самоочищення на всіх досліджених ділянках спостерігалися в липні; найменший коефіцієнт самоочищення відмічений для акваторії ділянок рукава Кілійського біля м. Ізмаїл, нижче Кілії та м. Вілкове.

У жовтні коефіцієнт співвідношення автохтонів до алохтонів збільшився майже на всіх досліджених ділянках, що свідчить про позитивну динаміку відновлення водної екосистеми за мікробіологічними показниками. Винятком є акваторія вище м. Вілкове. Ймовірно на цій ділянці знаходиться постійне джерело надходження скидів біологічного і антропогенного забруднення.

Встановлено, що в пробах, які були відібрані з рукава Кілійського на ділянках, що вище м. Вілкове, нижче м. Кілія і Бистрого (9-ий км) постійно ідентифікувались бактерії р. *Salmonella*. Також спостерігалась їх присутність у воді в липні біля м. Ізмаїл і вище м. Рені.

Можна зробити висновок про досить значну забрудненість різних ділянок дельти р. Дунай за індикаторними мікробіологічними показниками – ЛКП і коліфаги, що свідчить про фекальне і антропогенне навантаження на них. Також насторожує визначення патогенних ентеробактерій родини *Salmonella* у пробах всіх водних об'єктів, що досліджувались.

Забрудненість акваторії Дунаю на ділянках рукавів Кілійський і вище м. Рені за мікробіологічними показниками значно збільшилась в липні 2020. В жовтні кількість бактерій і вірусів, у тому числі, індикаторних, зменшилась, але не досягла нормативних показників.

Найбільш забрудненими визначені ділянки акваторій рукава Кілійський, що біля м. Ізмаїл, вище м. Вілкове, Бистрого (9-ий км). За оціночним показником ЛКП ступінь забруднення акваторії рукавів Очаківський і Кілійський можна віднести до «помірної» і «високої».

До найбільш чистої можна віднести ділянку дельти, що розташована вище міста Рені. На цій ділянці спостерігалася досить велика кількість автохтонної мікрофлори; колі-індекс ЛКП, відсутність коліфагів і сальмонели в червні відповідало нормі. Хоча мікробіологічна ситуація дещо погіршилась у липні, але цю акваторію за ступенем

забруднення можна віднести до «допустимої».

Для достовірного оцінювання процесів самоочищення водних об'єктів важливим є регулярний моніторинг сапрофітної мікрофлори і санітарно-бактеріологічних показників води.

*Екологічна оцінка якості води української частини Дунаю.*

Проведеними УКРНДІЕП дослідженнями і розрахунками встановлено, що за середніми рівнями показників у 2020 р. води української ділянки дельти Дунаю можна було віднести до 2 категорії (чисті) з переходом у 3 (достатньо чисті); за середніми ж із найгірших рівнів – до 4 категорії (слабко забруднені). Найгірша якість води спостерігалася за блоком показників трофо-сапробіологічного стану.

За критеріями TNMN, води української ділянки дельти Дунаю відносилися до 1 класу якості з переходом у 2.

Господарсько-побутові ГДК перевищував середній показник ХСК. На рівні ГДК знаходилася середня концентрація фенолів.

Спостерігалася низка тенденцій просторового розподілу індивідуальних і комплексних показників якості вод дослідженої акваторії, зокрема зниження вмісту завислих речовин, а також індексів загальної екологічної оцінки по мірі наближення до морського краю дельти.



### 3. Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина) (ІМБ НАН України)

У серпні 2020 р. були проведені експедиційні роботи по темі «Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина)» на узмор'ї Кілійської дельти р. Дунай. Роботи проводились за схемою, яка включала 12 станцій (рис. 3.1).

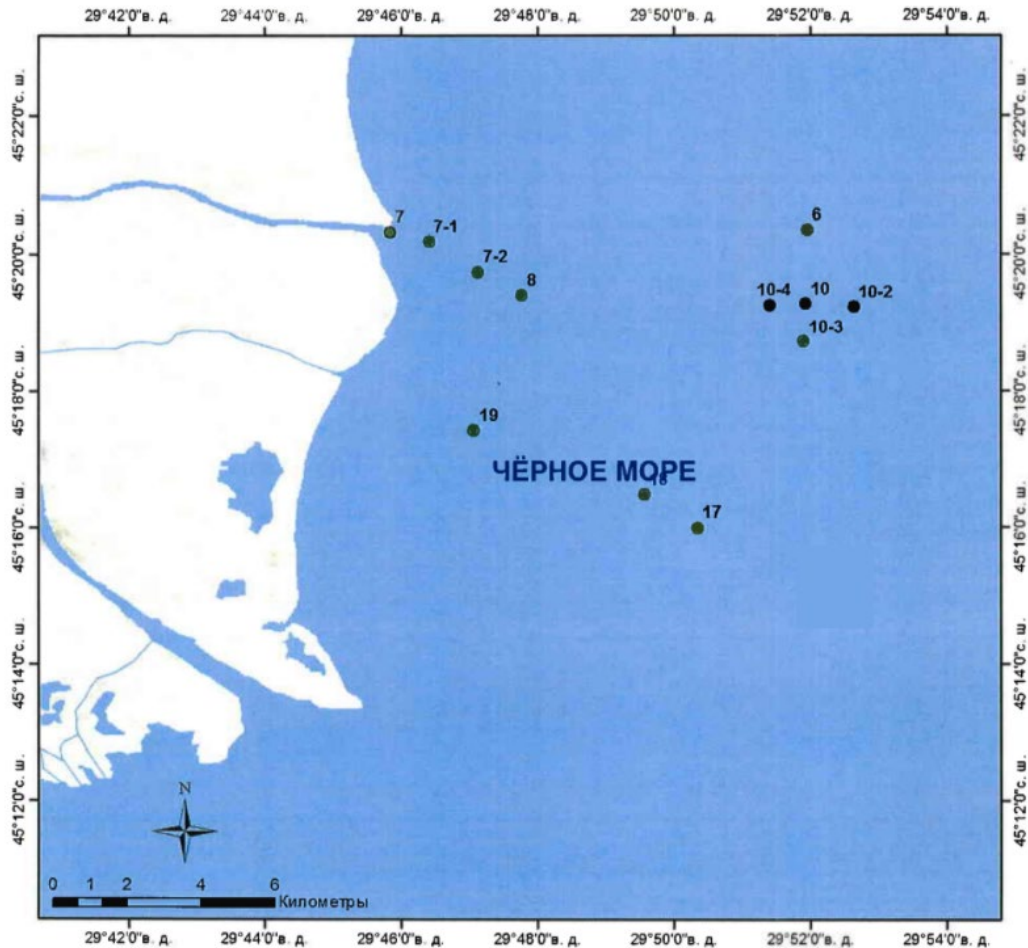


Рис. 3.1. Схема станцій відбору проб у 2020 р.

На кожній станції стандартними методами виконувався комплекс гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних робіт. На всіх станціях відбиралися дночерпаком проби зообентосу і ґрунту для гідрохімічних та гранулометричних аналізів, а також батометричні проби води для гідрохімічних аналізів, визначення солоності та спостережень за фітопланктоном. Безпосередньо на борту відбувався вимір температури в поверхневому і придонному шарах води.

На всіх станціях виконувалися метеорологічні спостереження: вимірювання температури повітря, напрямку та швидкості вітру, визначалась прозорість води (якщо дозволяло хвилювання) і спостерігалися параметри хвилювання. Вихід на станції і визначення місця розташування проводилися за допомогою приладу GPS-12 «Garmin». Забортні роботи виконувалися з використанням двох ручних лебідок (гідрологічної і гідробіологічної) типу «Нева», встановлених в кормовій частині судна. Швидкість вітру вимірювалася індукційним анемометром АРІ-49. напрямок визначався по судновому компасу. глибина визначалась за допомогою суднового ехолоту. На

морських станціях прозорість води вимірювалися за допомогою диска Секкі.

*Результати контрольних спостережень.*

Під час експедиції на узмор'ї Кілійської дельти р. Дунай влітку 2020 р. виконаний відбір проб ґрунту для гранулометричного аналізу та його забрудненню, води на вміст забруднюючих речовин, а також проб фітопланктону, зоопланктону, мейобентосу та макрзообентосу для розрахунку кормової бази риб; в районі порту Усть-Дунайський та в районі гирла Бистре 12.08.2020 р. були відібрані проби фітоперифітону для оцінки якості морських вод за Європейськими принципами.

За 11-ть місяців 2020 р. за даними Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії стік Дунаю склав  $130 \text{ км}^3$ , що на  $59 \text{ км}^3$  нижче норми і нижче на  $38 \text{ км}^3$ , ніж в аналогічний період 2019 р. За об'ємом річного стоку 2020 р. найближчий до 2017 р. ( $149 \text{ км}^3$ ). У серпні 2020 р. значної амплітуди коливання поверхневої температури води не спостерігалось. На ст. 18 та 19 спостерігались вертикальні градієнти солоності води ( $10.551\text{--}17.620\text{‰}$  та  $6.484\text{--}17.411\text{‰}$  відповідно). На станціях в гирлі «Бистре» поверхневий шар води був прісним, у придонному шарі спостерігався галоклін.

В період 2004–2020 рр., роки з малою водністю р. Дунай характеризуються повною або частковою відсутністю водопілля, чітко вираженою меженню, яка триває 5–6 місяців. Роки середньої водності характеризуються водопіллям з одним, або двома піками, що простежується у зимньо-весняний період, об'єми стоку поступово зменшуються в літні та осінні місяці. У багатоводні роки крім чітко вираженого водопілля спостерігаються літньо-осінні паводки, меженний період простежується лише протягом 1–2 місяців.

Влітку 2020 р. на узмор'ї Дунаю з важких металів у найбільшій концентрації в донних відкладеннях був присутній цинк з максимальною концентрацією  $177 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , що відповідало II класу якості. Порівняно з попередніми дослідженнями встановлено підвищення концентрацій нафтопродуктів на узмор'ї рукава Бистрий з максимум  $385 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ . В цілому якість донних відкладень району досліджень по рівню забруднення нафтовими вуглеводнями відповідав гарному класу якості – А.

Влітку 2020 р. у пригирловій області р. Дунай середня біомаса кормового фітопланктону в районах днопоглиблення і дампінгу була, відповідно, в 2.5 і 1.5 рази більшою, порівняно з фоновим районом.

На узмор'ї Дунаю в період 2004–2020 рр. середня біомаса фітопланктону у маловодні роки становила  $2698.6 \pm 882.2 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ , у середньоводні –  $521.1 \pm 144.9 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ , у багатоводні –  $1257.3 \pm 441.3 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ .

Влітку 2020 р. найвищі середні значення біомаси кормового зоопланктону відмічені на фонових станціях ( $1151.96 \pm 73.19 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ ), найнижчі – в районі днопоглиблення ( $175.81 \pm 128.82 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ ). В районі дампінгу середня біомаса кормового зоопланктону дорівнювала  $670.41 \pm 145.87 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ .

У 2020 році, на підставі значення індикатора ІПФ фітоперифітону для авандельти р. Дунай, зафіксована категорія екологічного статусу класу – «Високий» («High»). В останні десять років екологічний статус класу залишається на рівні високих категорій – «Добрий» (Good) та «Високий» (High).

У період 2004–2020 рр. на буях полігона гирло Бистре у складі угруповань фітоперифітону було виявлено 46 видів водоростей, з яких у маловодні роки – 34 види, в середньоводні роки – 27 видів, у багатоводні роки – лише 18 видів. Це свідчить, що в багатоводні роки відбувається спрощення флористичної структури рослинних угруповань.

Встановлено, що при переході від маловодних до багатоводні років в авандельті р. Дунай відбувається практично в 2 рази зростання інтенсивності функціонування фітоперифітону, приблизно з 40 до 70 (од.) ПФ.

Влітку 2020 р. найвища чисельність мейобентосу відмічена на фонових станціях ( $108253 \pm 68827$  екз·м<sup>-2</sup>), загальна біомаса – в районі дампінгу ( $222.06 \pm 107.45$  мг·м<sup>-2</sup>), біомаса кормового компоненту – в районі днопоглиблення ( $125.52 \pm 8.48$  мг·м<sup>-2</sup>). У складі мейобентосу домінували форамініфери, що може опосередковано свідчити про накопичення в донних відкладах досліджуваних районів органічної речовини.

Влітку 2020 р. найменші показники чисельності ( $96 \pm 47$  екз·м<sup>-2</sup>), біомаси загального макрозообентосу і кормового компоненту ( $0.505 \pm 0.335$  г·м<sup>-2</sup>) зареєстровані у районі днопоглиблення, максимальні показники чисельності, загальної біомаси та біомаси кормового (для риб) компоненту характерні для фонових станцій ( $1501 \pm 404$  екз·м<sup>-2</sup>,  $137.698 \pm 52.620$  г·м<sup>-2</sup> та  $71.890 \pm 17.342$  г·м<sup>-2</sup> відповідно).

В період 2004–2020 рр. на узмор'ї Дунаю у складі макрозообентосу зареєстровано 100 таксонів, з них у маловодні роки відмічено 84 таксони, у середньоводні – 80, у багатоводні – 58 таксонів, тобто у багатоводні роки різноманіття урґуповання макрозообентосу знижується.

У пригирловому узмор'ї р. Дунай найбільші чисельність та біомаса макрозообентосу формуються у маловодні роки ( $1067 \pm 51$  екз·м<sup>-2</sup> і  $35.192 \pm 2.492$  г·м<sup>-2</sup> відповідно). Найнижча чисельність характерна для багатоводних років ( $556 \pm 55$  екз·м<sup>-2</sup>), найнижча біомаса – для середньоводних років ( $15.024 \pm 1.147$  г·м<sup>-2</sup>).

На узмор'ї Дунаю зареєстровано зростання частки стеногалінних видів у загальній чисельності та біомасі макрозообентосу (відповідно до 56.5% та 34.6% у 2020 р.), що може бути пов'язано зі значною тривалістю періоду з низьким річним стоком.

Влітку 2020 р. на узмор'ї Дунаю біомаса й чисельність масових видів моллюсків у поселеннях зменшилася, імовірною причиною може бути гіпоксія, яка викликає зниження темпів їх росту та високу загибель.

Встановлено статистично достовірну залежність біомаси *M. galloprovincialis* ( $F = 4.29$ ;  $p > 0.0000$ ), та *A. kagoshimensis* ( $F = 6.84$ ;  $p > 0.0000$ ). від обсягу річного стоку р. Дунай за рік до відбору проб. Залежність біомаси мідій від типу обсягу стоку виявлено лише для середньо- і багатоводних років (найбільша біомаса характерна для середньоводних років, найменша – для багатоводних). Достовірних відмінностей між біомасою *A. kagoshimensis* в маловодні, в середньо- і багатоводні роки не виявлено. Статистично достовірно встановлено, що біомаса *M. arenaria* знаходиться в залежності не лише від обсягу стоку, а й присутності *A. kagoshimensis* ( $F = 12.87$ ;  $p = 0.0005$ ).

Влітку 2020 р. кормова база риб на фонових ділянках моря була представлена такими показниками: фітопланктон –  $0.147 \pm 0.032$  г·м<sup>-3</sup>, зоопланктон –  $1.152 \pm 0.073$  г·м<sup>-3</sup>, бентос –  $72.139 \pm 17.365$  г·м<sup>-3</sup>, у районі дампінгу ( $0.225 \pm 0.093$  г·м<sup>-3</sup>,  $0.670 \pm 0.146$  г·м<sup>-3</sup>,  $57.330 \pm 16.261$  г·м<sup>-3</sup>) і у районі днопоглиблення ( $0.373 \pm 0.036$  г·м<sup>-3</sup>,  $0.176 \pm 0.129$  г·м<sup>-3</sup> та  $1.043 \pm 0.527$  г·м<sup>-3</sup>) відповідно.

#### 4. Результати іхтіологічного моніторингу (ОдЦПівденНІРО)

Іхтіологічні дослідження у 2020 році виконувались у складі комплексного моніторингу при експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай-Чорне море по гирлу Бистре згідно технічного завдання до договору між УКРНДІЕП та ДП «ОдЦ ПівденНІРО» та «Програми...».

Науково-дослідні роботи проводились по стандартних методиках гідробіологічних і іхтіологічних досліджень, прийнятих в системі Держрибагентства і НАН України.

Роботи за Програмою здійснювались в рамках діяльності сумісного моніторингового пункту ОдЦ ПівденНІРО і Дунайського біосферного заповідника власними силами ОдЦ ПівденНІРО і ДБЗ.

Збір і первинна систематизація біологічного матеріалу проводились згідно “Руководства по изучению рыб” (Правдин, 1968). Визначаються видовий і кількісний склад улову. При кожній зйомці для обробки в лабораторних умовах відбирають не менш, чим 50 екз. кожного виду риб на повний і неповний біологічний аналіз, проби на плодючість, віковий матеріал. Риба, не піддана біологічному аналізу, здається на приймальний пункт, а проаналізована риба, що втратила товарний вигляд, списується згідно складеному акту. Особини видів, занесених в Червону книгу, після промірів випускаються в живому вигляді у водойму. Певна кількість риб (до 25 екз. кожного виду), що не досягли промислової довжини (за винятком осетрових), може відбиратися для подальших лабораторних досліджень, про що складається акт.

Вивчалися наступні основні параметри популяцій промислових об'єктів:

- статевий, розмірно-масовий склад;
- темп зростання різних вікових груп;
- стан гонад, плодючість і ефективність нересту;
- динаміка чисельності популяцій промислових видів риб.

У звітному періоді ОдЦ ПівденНІРО проводився аналіз отриманих матеріалів з біології прохідних та туводних видів риб, якісних та кількісних характеристик іхтіоценозу р. Дунай і прилеглих до неї акваторій Чорного моря; оцінка впливу гідротехнічних робіт на іхтіофауну р. Дунай та її авандельти.

*Результати проведених робіт свідчать про наступне.*

В промислових і науково-дослідних уловах зустрічалися види 5 родин: оселедцеві, коропові, окуневі, осетрові і сомові. У 2020 році (станом на 1 липня) вилов склав 252,32 тон, що майже на 50 % менше улову 2019 року за той же період часу, і приблизно на рівні 2014 і 2018 років. Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець. Вилов інших видів риб на його тлі є незначним.

Одним з найбільш важливих факторів, які визначають чисельність нерестового стада дунайського оселедця є фактор водності річки Дунай та її окремих гирл. Підвищення рівня та збільшення витрат води в період нерестового ходу оселедця, що збігається з весняним паводком, здатне стимулювати захід додаткового числа дорослих особин оселедця з резервної частини популяції.

Враховуючи біологічні особливості оселедця (нереститься за межами України; зимує в морі в основному за межами української економічної зони; на українській ділянці річок частина нерестового стада знаходиться тільки на проході, при цьому риби навіть не харчуються; тільки відносно невелика частина стада нагулюється в наших водах; підхід оселедця залежить від маси неконтрольованих об'єктивних факторів, і

дуже сильно змінюється в часі і просторі) встановлюється лише загальний ліміт на вилов оселедця в Чорноморському басейні в межах України в 2021 році оцінюються на рівні 510 т.

Скат личинок оселедця в 2020 році, так само як і торік, був достатньо раннім. Пік ската, який зазвичай спостерігається в середині - кінці травня, в цьому році був відзначений на початку травня.

Найбільш різноманітним за видовим складом і найбільш чисельним є сімейство корошових, яке представлено в уловах наступними основними видами: карасем, лящем, сазаном, рибцем, білизна, товстолобиком. Іхтіологічний матеріал відбирався як з науково-дослідних ловів, так і з промислових уловів.

*Срібний карась* - другий за обсягами вилову промисловий об'єкт в р. Дунай. В ловах він був представлений трьома основними віковими групами від чотирьох до шестиліток, середньою масою від 121 до 397г при довжині 16,2 см – 26,5 см. Поширення срібного карася в річці Дунай та придаткових водоймах веде до витіснення більш цінних аборигенних видів корошових риб. У цьому зв'язку вилов карася слід здійснювати більш інтенсивними темпами і не встановлювати для цього об'єкта ні ліміту, ні прогнозу допустимого вилову.

В 2020 р. відзначався незначний прилов *рибця* в оселедцевих плавних сітках. Улови *білизна* в науково-дослідних ловах залишалися незначними. Білизна в річці Дунай має високий темп росту, п'ятирічки досягають середньої довжини 41 см, шестирічки - 42,0 см, семирічки - 46,5 см при середній масі 885 г; 1150 г; 1400 г відповідно. *Судак* є одним з цінних промислових видів у пониззі р. Дунай. Однак частка судака в уловах невелика і складає близько 2%.

Чисельність та улови чорноморських кефалей (*сингіль*, *лобань*, *гостроніс*) в останні роки знаходяться на стабільному рівні.

Рівень води в період нересту основних промислових груп в річці був досить високим, нерестовища були залиті водою на 60-70 %.

У районі проведення днопоглиблювальних робіт в гирлі Бистре в дельтовій частині, безпосередньо наближеній до моря, в результаті дії нагінних вітрів вода часто осолонюється до 3-5 %. Роботи по відновленню ГСХ відбуваються в руслі річки з сильною течією, а більшість частикових риб нерестяться в тихих ділянках, затоках і ериках. Тому нерест там практично не відбувається.

Нерест прохідних риб (оселедця і осетрових) відбувається не менше ніж в 600 км від гирла Дунаю.

Розробка та дампінг ґрунтів днопоглиблювання, поза сумнівом, чинять вплив на водні екосистеми. В першу чергу змінюється, хоч і короткочасно, якість морської води із-за збільшення у воді вмісту завислих речовин, перехідних з донних відкладень у водне середовище в процесі виїмки і складування ґрунту. Тому основними параметрами стану морського середовища, що змінюються, в процесі днопоглиблення і дампінга є гідрохімічний режим, умови проживання водних організмів і перерозподіл донних відкладень.

Комплекс заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища в процесі виконання розробки та дампінгу ґрунтів експлуатаційного днопоглиблення акваторії морського підхідного каналу ГСХ "Дунай-Чорне море" повинен включати підготовчі, захисні, компенсаційні і охоронні заходи.

З метою зниження негативного впливу на умови відтворення риб доцільно:

- в період заборони на промисел камбали-калкан (травень) і азово-чорноморських кефалей (кінець серпня - початок вересня) днопоглиблення вести на

морській частині підхідного каналу, яка прилегла до гирла Бистре (найбільш розпріснена ділянка);

- експлуатацію відвалу вести відповідно до проектних рішень, які спрямовані на рівномірне заповнення підводного відвалу за рекомендованими завантажувальними ділянками;

- обмежувати обсяги днопоглиблювальних робіт в нерестові періоди, які узгоджені в обґрунтуванні, для кожного конкретного виду, на який здійснюється вплив, мінімально необхідними виробничими величинами, що необхідні для забезпечення безпеки судноплавства.

З метою оцінки масштабів впливу на умови відтворення та нагулу водних живих ресурсів, можливості проведення днопоглиблювальних робіт у терміни спеціалізованих нерестових заборон на промисел в Чорному морі та р. Дунай зі скидом ґрунтів на морський підводний відвал, розташований у ПЗЧМ, виконано «Попередній розрахунок збитків, що завдаються компонентам навколишнього природного середовища, внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на 2021 р.».

## 5 Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)

Проведення моніторингу рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника (далі ДБЗ) при експлуатації глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море в 2020 році відбувалося відповідно до технічного завдання та Програми.

До складу моніторингу, який проводять співробітники ДБЗ, були включені спостереження за видами, які охороняються різноманітними міжнародними конвенціями та занесені в Червону книгу України.

Значна увага приділялась і видам-вселенцям, в зв'язку з тим, що вони розповсюджуються, в першу чергу, завдяки існуючим транспортним потокам.

Спостереження проводились за станом рослинних угруповань берегової лінії та плавнів, макрзообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів і заток на території ДБЗ, герпетофауною і рідкісною іхтіофауною, теріофауною, а також орнітологічні обстеження у районі ГСХ та на о. Єрмаків.

*Моніторингові роботи на території ДБЗ у 2020 р. свідчать про наступне*

Головними чинниками впливу на **рослинність** заповідника були кліматичні, гідрологічні та антропогенні. Відсутність повені з виходом води на території дельтових островів призвела до більш раннього формування рослинного покриву, активізувалося утворення солонців та солончаків на приморських островах.

Флора Дунайського біосферного заповідника налічує в 2020 році 1571 вид. З флори ДБЗ у Червоній книзі України 29 видів, в Європейському Червоному списку 12 видів рослин, рідкісними та зникаючими серед вищих судинних рослин є 135 видів. До Зеленої книги України занесені 15 угруповань, а понад 40 рослинних угруповань ДБЗ є регіонально рідкісними і потребують спеціальної уваги.

Уздовж рукаву Бистрий під час весняної пожежі вигоріла смуга з 4 по 8 кілометри шириною від 20 до 200 метрів. Більшість з пошкоджених дерев відновилися протягом літа. На пошкоджених деревах та кущах в 2020 році був знайдений новий для заповідника вид рослин сіціос углуватий або волосистий огірок углуватий (*Sicyos angulatus* L.).

Головними факторами впливу на **макрзообентос** протягом 2020 року були кліматичні, гідрологічні природного та антропогенного походження. Найпотужнішим антропогенним фактором є перерозподіл водного стоку по всіх рукавах Дунаю. Солонуватоводні заливи на ділянках переднього краю дельти в значній мірі обсихали з подальшою масовою загибеллю гідробіонтів, в рукавах та на їх барах спостерігалось цвітіння води.

Протягом 2020 р. в акваторіях ДБЗ з'явилися два вселенці: східна креветка (*Macrobrachium nipponense*) та блакитний краб-плавунець (*Callinectes sapidus*). В морських викидах домінували молюск - вселенець скафарка нерівна (*Scapharca inaequivalis*) та лентідіум середземноморський (*Lentidium mediterraneum*), чисельність рапани значно зменшилася.

В рукаві Бистрий кількісний та якісний склад макрзообентосу був нестабільний і відмінний на різних станціях. Чисельність макрзообентосу коливалася від 15 до 492 екз./м<sup>2</sup>, біомаса – від 0,8 до 18,3 г/м<sup>2</sup>. В середньому по всіх пробах загальна чисельність донних тварин становила 355 екз./м<sup>2</sup>, біомаса 17,3 г/м<sup>2</sup>.

В рукаві Восточному чисельність макрозообентосу становила 760 екз./м<sup>2</sup>, а біомаса сягала 14,0 г/м<sup>2</sup>. Комахи представлені личинками хірономід, найчастіше трапляються види *Chironomus thummi*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus* sp. div., *Chironomus dorsalis*. В вищеописаних акваторіях стан макрозообентосу не мав значних змін у порівнянні з попередніми роками.

В Ананькіному куті спостерігалися замори, з 5 донних проб макрозообентосу всі були порожні (вперше за історію спостережень в цій водоймі за 25 років). Відсутність макрозообентосу та дуже збіднений склад фітофільної фауни з переважання гетеротрофних видів є свідченням катастрофічного стану кута влітку 2020 року.

Літ одноденки *Palingenia longicauda* в 2020 році відбувся в перших числах червня, переважно він спостерігався вище 20-го км Старостамбульського рукаву.

Особливістю 2020 року стало те, що у зв'язку з проведенням карантину, пов'язаного з розповсюдженням коронавірусу, дозвільні центри були закриті і ніякий науково-дослідний інститут не отримав відповідних документів для здійснення ловів. Це обмежило збір повноцінного іхтіологічного матеріалу з дрібновічкових знарядь лову та під час контрольних ловів в період державної нерестової заборони. **Іхтіологічні** дослідження в минулі роки в аналогічний звітний весняний період проводились на аналізі як науково-дослідних, так і промислових ловів риби. Більшу кількість іхтіологічного матеріалу отримано з аналізу виловів оселедця, вилов якого на території ДБЗ склав 184 т, що в 1,9 рази менше минулорічного показника.

Із-за відсутності повені рівень води був в середньому на 30-45 см нижче ніж минулого року. Це негативно вплинуло на заливання ряду традиційних нерестовищ і можливості нересту фітофільних видів риби безпосередньо в гирлових ділянках.

В прісноводних заливах переднього морського краю Кілійської дельти - кутах, рівень води завжди є більш стабільним, і в III декаді квітня – I декаді травня тут спостерігався бурхливий нерест сазана - основного промислового і самого цінного частикового виду риби. Період загальної нерестової заборони в 2020 році був встановлений з 15 квітня по 29 травня і ці терміни оптимально співпали з основним нерестом багатьох видів при сприятливій температурі води.

З промислових видів в кінці літа-початку осені відбувався прилов, в першу чергу, ляща, білизни, судака та одно- дволітніх особин товстолобика. З рідкісних видів риби, занесених в Червону книгу України та Європейський Червоний список, найчастіше зустрічався йорж полосатий - до 18 екземплярів за притонення.

Дунай - остання річка на Чорному морі, де ще зберігся природний нерест осетрових, всі види з яких занесені в Червону книгу України та Європейський червоний список, в зв'язку з чим, їм традиційно приділяється велика увага при дослідженнях.

Роботи, проведені протягом 2020 р. в рамках програми моніторингу підтвердили попередні дослідження видового складу **герпето- та батрахофауни** ДБЗ, а саме наявність на території заповідника 11 видів амфібій та 6 видів рептилій.

Чисельність амфібій та плазунів у 2020 р. в цілому не змінилася та залишилася в межах попередніх років.

В ході досліджень, що проводились в приморській частині о-вів Кубанський і Стамбульський в районі г. Бистре р. Дунай, а також на піщаній косі Пташина, та о. Єрмаків, істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на стан популяції земноводних і плазунів фауни ДБЗ виявлено не було.

Видовий склад **птахів** ДБЗ в 2020 році змінився та становить загалом 302 види, до списку увійшли – гриф чорний (*Aegypius monachus*), сип білоголовий (*Gyps fulvus*) та вівсянка чорноголова (*Emberiza melanocephala*). Вівсянка чорноголова може



зустрічатися в районі ГСХ під час міграцій, але поки вид не був включений до списку птахів району ГСХ по гирлу Бистре, тому видовий склад птахів зазначеної території не змінився та становить 278 видів, з яких 237 видів є пролітними, 16 – кочовими, 4 – інвазійними, 143 – зимуючими, 8 – залітними, 2 – інтродукованими, 88 – гніздуючими, 72 – перелітними, 55 – літуючими та 28 є осілими. На о. Єрмаків за весь час відмічено 215 видів, з яких 191 вид є пролітним, 7 – кочовими, 1 – інвазійним, 89 – зимуючими, 1 – інтродукованим, 100 – гніздуючими, 71 вид – перелітними, 53 види – літуючими, 33 види – осілими.

На чисельність та видовий склад зимуючих птахів в осінньо-зимовий період 2019-2020 рр. вплинув першочергово температурний режим. Враховуючи погодні умови в регіоні досліджень поява та переміщення мігруючих видів вкладалися в стандартні строки багаторічних даних фенологічних спостережень, але деякі зимуючі види через теплу погоду не сформували традиційних масових скупчень.

В приморській частині дельти Дунаю під час проведення «середньозимових» обліків було виявлено скупчення пелікану кучерявого (*Pelecanus crispus*) чисельністю 155 ос., що становить близько 1,5% світової популяції виду. Таких значних скупчень на території ДБЗ раніше ніколи не відмічали.

Вперше за останні 10 років на косі Пташина відмічене гніздування куликів. Найближчі від ГСХ колоніальні поселення наземногніздуючих видів відмічені на косі Нова Земля. На зазначеній території було відмічено близько 1400 пар мартина жовтоносого та 200 пар мартина каспійського. Вперше в 2020 р. колоніальне поселення баклана було відмічене дещо північніше ГСХ – в приморській частині о. Гнеушів. Чисельність виду на гніздуванні склала 120 пар.

Пізня весна мала вплив на птахів. Строки гніздування деяких видів були пізнішими на 2-3 тижня, а період гніздування був затягнутим.

Результати традиційних «серпневих обліків» 11-12.08.2020 показали, що чисельність птахів водно-болотного комплексу в приморській частині дельти (включаючи й район ГСХ) та на о. Єрмаків були невисокими. В районі ГСХ найбільша кількість птахів відмічена на мілководних ділянках між о. Кубанський та косою Пташиною, а також на о. Єрмаків. По відношенню до минулих років видовий склад птахів був незмінним, натомість загальна чисельність птахів водно-болотного комплексу, передусім території о. Єрмаків, виявилася меншою.

Через те, що погодні умови впродовж жовтня-грудня 2020 р. були сприятливими в дельті Дунаю та її околицях було відмічено ряд теплолюбивих видів птахів, які зазвичай в цей час вже відлітають в більш південні регіони, а саме – пелікан рожевий (*Pelecanus onocrotalus*), пісочник великий (*Charadrius hiaticula*), косар (*Platalea leucorodia*), чайка (*Vanellus vanellus*), коловодник великий (*Tringa nebularia*), чепура мала (*Egretta garzetta*), вівчарик-ковалик (*Phylloscopus collybita tristis*), крячок білокрилий (*Chlidonias leucopterus*) та ін.

Прямого впливу ГСХ по гирлу Бистре на характер міграцій у весняний та осінній періоди 2020 р. не виявлено.

Результати моніторингу *теріофауни* ДБЗ у районі ГСХ Дунай-Чорне море протягом 2020 року підтвердили дані щодо видового складу та чисельності наявних тут видів ссавців.

Результати маршрутних обліків, проведених у звітному періоді, вказують на високу чисельність деяких видів ссавців, а саме: шакалу та щура сірого.

Серед відмічених видів в районі ГСХ Дунай - Чорне море до Червоної Книги України занесений 2 вида – видра річкова та горностай.

Під час досліджень істотного прямого впливу ГСХ Дунай -Чорне море на теріофауну ДБЗ виявлено не було. Головними факторами, що впливали на чисельність та розміщення ссавців в районі ГСХ Дунай – Чорне море протягом звітнього періоду був гідрологічний режим та теплі погодні умови навесні та взимку.

## **6. Аналіз динаміки руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря за матеріалами космічних зйомок**

### *Підбір космічних знімків.*

З 45 знімків КА Landsat-8, що є у доступі, до подальшої обробки придатні 17 знімків за такі дати:

14.01.2020 р., 27.03.2020 р., 03.04.2020 р., 12.04.2020 р., 28.04.2020 р., 06.06.2020 р., 17.07.2020 р., 24.07.2020 р., 02.08.2020 р., 09.08.2020 р., 18.08.2020 р., 25.08.2020 р., 10.09.2020 р., 19.09.2020 р., 26.09.2020 р., 06.11.2020 р., 22.11.2020 р.

### *Динаміка берегових ліній*

Аналіз супутникових зображень дозволив дослідити просторово-часові зміни берегової лінії. Для аналізу використовувалася комбінація далекого, середнього та ближнього інфрачервоних каналів яка вирівнює фототон водної поверхні та робить її більш контрастною по відношенню до поверхні суходолу.

В ході проведеного порівняльного візуального аналізу знімків виділені найбільш суттєві зміни берегової лінії на ділянках затоки Таранів, острову Пташиний та островів Нова Земля.

#### ***Затока Таранів***

За період спостережень району затоки Таранів конфігурація оточуючих затоку кіс у 2020 році, як і у попередні роки змінювалася, але із деякими відмінностями. Як і у 2019 році весняного розмиву кіс не спостерігалось (на відміну від попередніх років), у літній період значних коливань берегової лінії також не відмічене. У листопаді на північ від гирла Прорва спостерігається незначне здовження західного крила коси та її потовщення (рис. 6.1).

#### ***Острів Пташиний***

У 2014 року спостерігалися процеси, що активно нарощували острів. Вони дещо уповільнилися у 2015-2016 році, контури острова суттєво не змінювалися. У 2017 році спостерігалися коливання площі внутрішньоберегового простору проміж островом та берегом, а у серпні південна частина острова змикається з берегом. У 2018 році острів перетворився на півострів і перебуває у цьому стані до теперішнього часу (рис. 6.2).

У 2020 році, як і у 2019 році суттєвих змін у конфігурації берегів острову (півострову) Пташиний не відбувалося (рис. 6.2). Навіть навесні південна частина острова змикається з берегом – коливання площі внутрішнього берегового простору проміж островом та берегом мінімальні.

#### ***Острів Нова Земля***

За період спостережень 2010-2018 років конфігурація берегів островів Нова Земля була досить нестабільна і змінювалася у розмірах переважно в широтному напрямку. У порівнянні з періодом 2010 - 2013 рр., в який острови були розрізнені, у 2014 році острови практично з'єднані в єдину структуру, яка продовжує міцніти, акумулюючи наноси. Процеси, що активно нарощували у 2014 році вздовж берегові структури острова і коси уповільнилися у 2015-2016 році, контури Нової Землі суттєво не змінювалися. У 2017-18 рр. зберігалася багаторічна тенденція розмиву у першу половину року та збільшення конфігурації у другій половині року. У 2019 році структура островів Нова Земля майже не змінювалася.

У 2020 році конфігурація берегів островів Нова Земля була майже незмінною без певних тенденцій сезонних змін (рис. 6.3). В червні-вересні 2020 р. в акваторії між гирлами Старостамбульське і Мусура фіксується активний розвиток гідрофітного ценозу.

Таким чином, просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла у 2020 році зазнавали мінімального сезонного коливання за весь період спостережень зі збереженням загальної форми структурних елементів.

В 2020 році для аналізу динаміки берегової смуги, концентрації та розподілу зважених речовин у дельті Дунаю були залучені знімки з космічних апаратів Landsat 8, створена база даних космічних знімків, проведена їхня обробка та дешифрування.

Аналіз космічних знімків за 2020 рік показав наявність змін в дельтоутворенні р. Дунай за рахунок процесів акумуляції та розмиву.

За період спостережень району затоки Таранів конфігурація оточуючих затоку кіс у 2020 році, як і у попередні роки змінювалася, весняного розмиву кіс не спостерігалось, коливання берегової лінії були мінімальними.

Істотних змін у конфігурації берегів острову Пташиний не відбувалося.

Структура та площа островів Нова Земля у 2020 році майже не змінилася.

Просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла зазнають сезонного коливання зі зберіганням загальної форми структурних елементів.

Аналіз розподілу завислих речовин західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай показав наступну динаміку:

- загальний напрям виносу завислих речовин південний, в окремі періоди берегова течія та вітропотік зносить їх у північно-східному напрямку;
- максимальні концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старосамбульське спостерігалися 9 серпня, мінімальні – 18 серпня та 10 вересня;
- у зоні дампінгу аномалій фототону, пов'язаних з відвалом ґрунту, не спостерігається

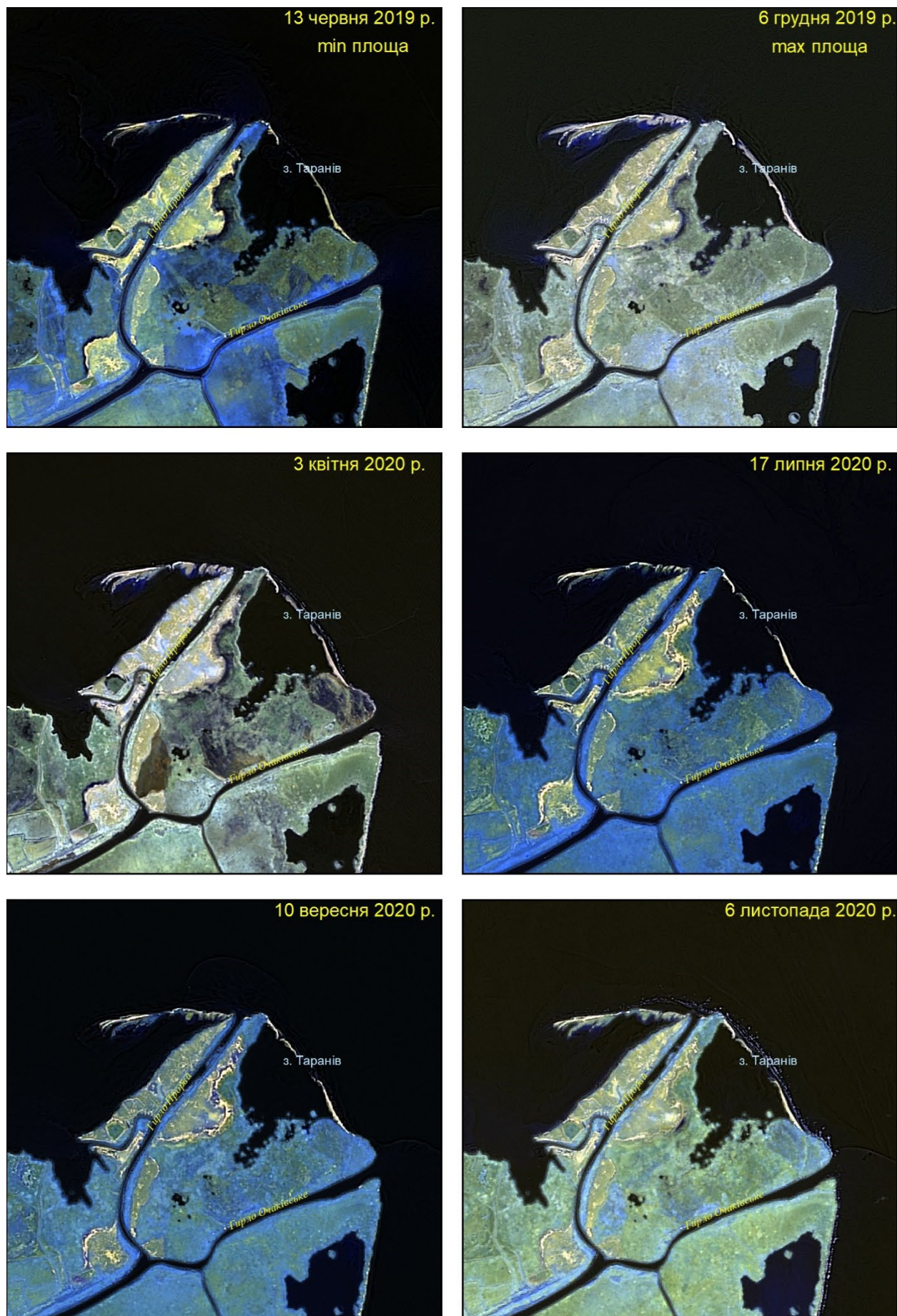


Рис. 6.1. Зміна берегової лінії та кіс в районі затоки Таранів



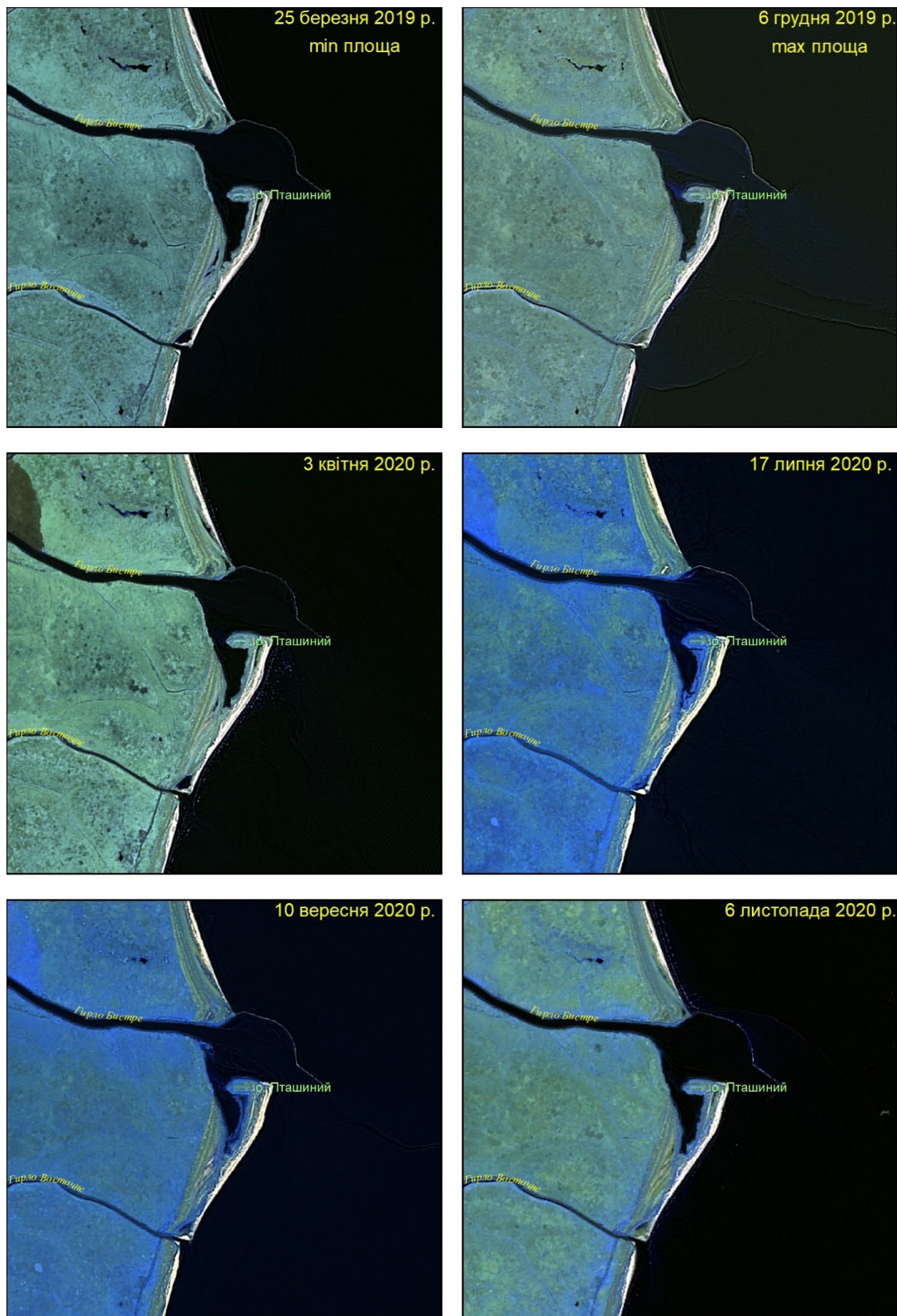


Рис.6.2.Зміна конфігурації берегів острову Пташиний



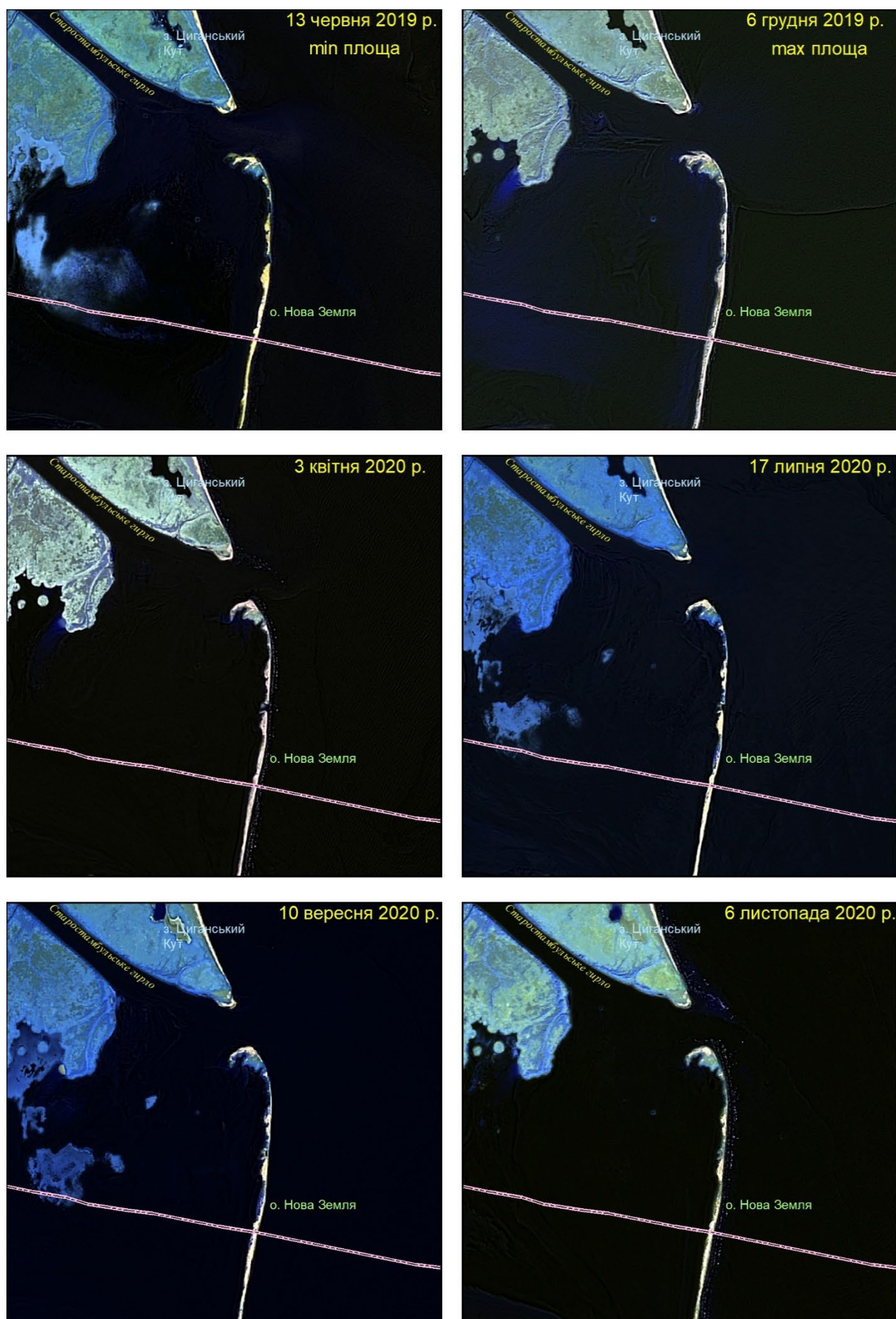


Рис. 6.3. Зміна конфігурації берегів острову Нова Земля

## 7. Моніторинг морського гідровідвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море (ЧорноморНДПроект)

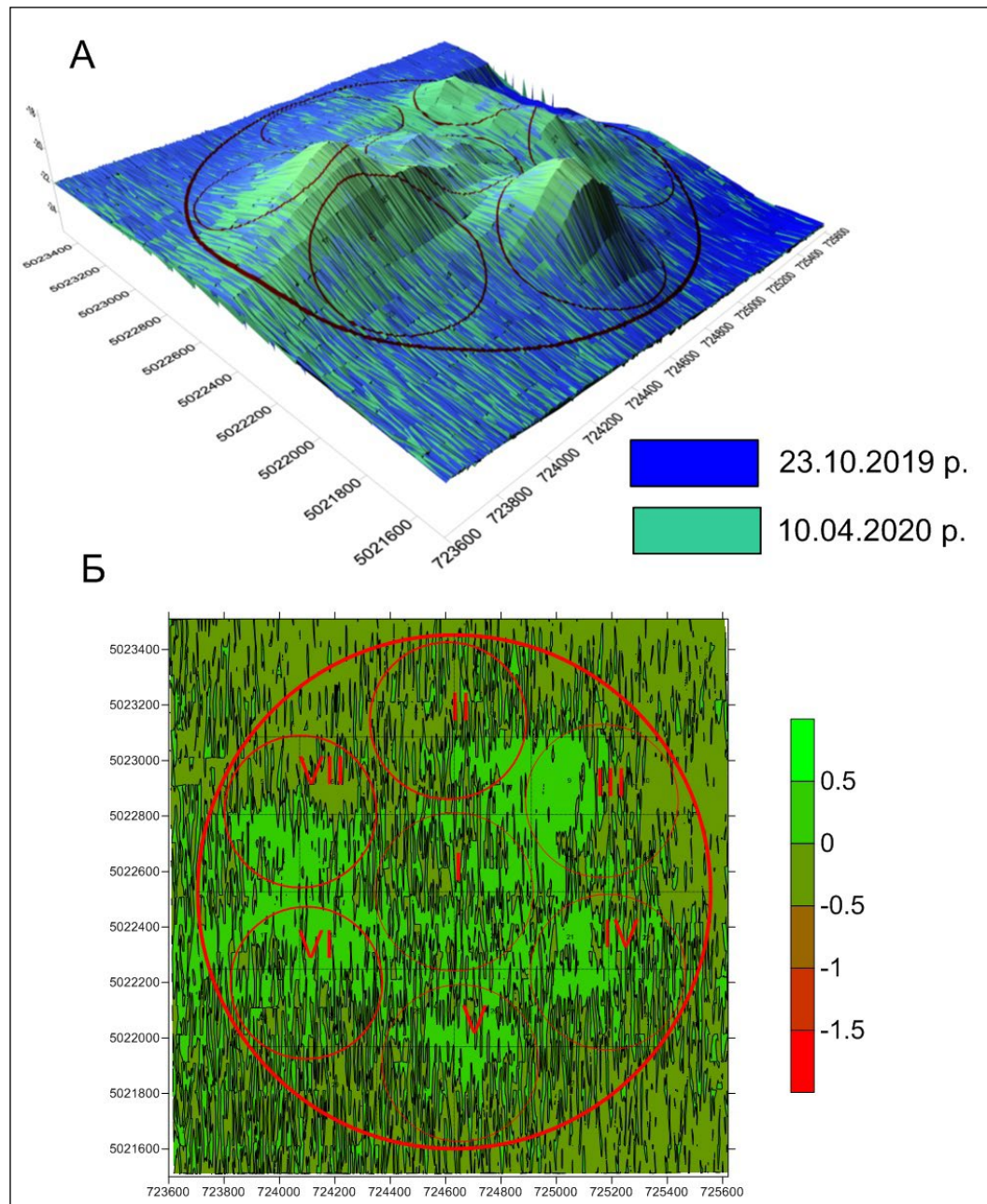
Обчислення статистичних характеристик розподілу глибин та об'ємів залишкової ґрунтомісткості виконано за результатами промірних робіт від 10.04.2020 р. Промір виконаний цифровим однопроменевим ехолотом "HydroBox" з визначенням координат GNSS приймачем NovAtel OEM615. Відстань між промірними профілями 100 м, між глибинами - 5 м.

Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу станом на початок 2021 року (на 01.01.2021 року), з урахуванням складованих після проміру 10.04.2020 р. ґрунтів у 2-ому, 3-ому та 4-ому кварталах 2020 року, складає 6698571 м<sup>3</sup>.

Співставлення цифрової моделі рельєфу (ЦМР) дна гідровідвалу побудованих за даними промірів від 23.10.2019 р. і 10.05.2020 р. показало, що вертикальні деформації дна в межах гідровідвалу змінюються від +0,48 м до -1,19 м. Позитивні деформації дна в інтервалі 0-+0,5 м відмічаються на площі 1403207 м<sup>2</sup>, а негативні 0--1,5 м на площі 1289268 м<sup>2</sup>, що становить відповідно 52% і 48% від загальної площі гідровідвалу. За площею охоплення переважають позитивні деформації, зумовлені складуванням ґрунтів днопоглиблення переважно в межах завантажувальних блоків III-VII (рис. 7.1).

В порівнянні з проміром від 23.10.2019 р., середня глибина на гідровідвалі ґрунтів днопоглиблення не змінилась і дорівнює 21,6 м. Максимальна глибина збільшилась від 24,4 м до 24,5 м. Мінімальна глибина збільшилась з 17,6 м до 17,7. Ці зміни глибин зумовлені накопиченням ґрунтів днопоглиблення та похибками проміру для даної глибини. Площа акваторії з глибинами менше критичної глибини завантаження ( $H_0=19,0$  м) зросла на 7996 м<sup>2</sup>. Середня глибина в межах цієї площі не змінилась і склала 18,5 м. Максимальна глибина не змінилась, мінімальна зменшилась з 17,7 м до 17,6 м. Площа акваторії з глибинами більше 19,0 м зменшилась, пропорційно із збільшенням  $S \geq 19,0$  м на -7996 м<sup>2</sup>. На цій ділянці акваторії максимальні глибини зросли з 24,4 м до 24,8 м, мінімальні також зросли з 18,9 м до 19,0 м.

Залишкова ґрунтомісткість між промірами від 23.10.2019 р. і 10.04.2020 р. зменшилась на 21590 м<sup>3</sup>. З огляду на точність проміру 0,1 м на цих глибинах і загальну площу гідровідвалу, отримане значення вказує на те, що залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення, як і статистичні характеристики глибин принципово не змінились. Головними причинами цього є невеликі обсяги складованих ґрунтів, перерозподіл мас і морфодинаміка рельєфу дна в межах акваторії гідровідвалу, зумовлених процесами ущільнення та диференціації гідророзпушеного матеріалу.



**Рис. 7.1.** Співставленні ЦМР дна (А), різниця позначок глибин (Б) за даними проміру 23.10.2019 р. і 10.04.2020 р.

Результати комплексних моніторингових досліджень 2020 року та останніх років свідчать, що гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні умови української ділянки р. Дунай значно не відрізнялись від багаторічних показників. Аналіз розподілу зважених речовин західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай показав відсутність транскордонного впливу робіт – вплив мав обмежений локалізований ділянками робіт характер.



## ВИСНОВКИ

Програма комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море за 2020 рік виконана у повному обсязі за всіма напрямками.

За результатами гідрологічного моніторингу можна відмітити наступне.

2020 рік був аномально теплим та сухим. Середня за рік температура повітря склала 13,4°C, що перевищує середнє багаторічне значення на 2,4° і є найбільшою середньорічною температурою повітря за весь період спостережень з 1945 по 2020 роки.

2020 рік відрізнявся вкрай низькою водністю та був самим маловодним за останні 30 років. Середній річний рівень води на посту Рені був на 74 см нижче норми. Об'єм стоку води на замикаючому створі Дунаю (54 миля) склав 156 куб. км, що відповідає середній річній витраті 4940 куб. м/с. Модульний коефіцієнт річного стоку дорівнює 0,76. Основною причиною екстремально низької водності в гирлової області Дунаю у 2020 році був аномальний сезонний розподіл стоку води, а саме — практично повністю відсутнє весняне водопілля.

Середня витрата води рукава Бистрого за 2020 рік склала 2390 куб. м/с. Таким чином через рукав Бистрий у море було винесено 29,8 куб. км води, або 19,1 % загального припливу у вершину дельти.

Стік завислих наносів Дунаю за 2020 рік склав 8,97 млн. тон, з яких 3,90 млн. тон, або 43,5% від загальної кількості пройшло по рукавам морської Кілійської дельти Дунаю. По рукаву Бистрому пройшло 1,74 млн. тон, або 19,4% стоку наносів Дунаю.

Гідрохімічний режим р. Дунай залежить в основному від змін гідрологічних факторів: водності, температури води та кількості завислих речовин. Значні швидкості течії та турбулентність потоку сприяють однорідності хімічних показників та їх відносно обмеженій амплітуді.

Господарсько-побутові ГДК перевищував середній показник ХСК. На рівні ГДК знаходилася середня за рік концентрація фенолів, проте в окремі місяці спостерігалися й перевищення нормативу ГДК середніми концентраціями фенолів (до 1,7 ГДК). При цьому максимальні рівні показників перевищували господарсько-побутові ГДК, крім вищезгаданих ХСК та вмісту фенолів, за БСК5, вмістом заліза загального й валового марганцю.

Рибогосподарські ГДК перевищували середні рівні вмісту заліза загального, міді, марганцю й цинку. На рівні ГДК знаходилася середня за рік концентрація фенолів (як і за ГДК<sub>гп</sub>). За максимальними рівнями, перевищення рибогосподарських ГДК встановлено, крім зазначених показників, за БСК5, вмістом цинку, нафтопродуктів, азоту нітритного й амонійного. Відзначено випадок незначного (до 1,02 ГДК<sub>пр</sub>) дефіциту кисню. Найгірша якість води за рибогосподарськими ГДК спостерігалася за валовим вмістом заліза.

Узагальнюючи матеріали досліджень 2020 року можна зазначити, що загалом суттєвих порушень в стані екосистеми р. Дунай за гідробіологічними показниками не виявлено.

Проведені мікробіологічні дослідження стану води рукавів дельти Дунаю за сапрофітною (автохтонною і алохтонною) мікрофлорою та індикаторами фекального забруднення – бактеріями групи кишкової палички, коліфагами і збудниками захворювань. Загальне мікробне число сапрофітних бактерій в цілому відповідало кількісної характеристики для кожного сезонного періоду. Повільні процеси

самоочищення на всіх досліджених ділянках спостерігалися в липні; найменший коефіцієнт самоочищення відмічений для акваторії ділянок рукава Кілійського біля м. Ізмаїл, нижче Кілії та м. Вілкове.

У серпні 2020 р. за програмою моніторингу судового ходу на узбережжі Дунаю була виконана експедиція ІМБ. Проведено комплекс гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних робіт. Узагальнені дані з організації біологічних угруповань для розрахунку екологічних збитків. За даними фітоперифітону надана оцінка змін якості морських вод за Європейськими принципами. Приведені результати аналізу багаторічних даних (2004–2020 рр.) з оцінки реакцій біологічних угруповань пов'язаних з об'ємом річного стоку р. Дунай.

Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ) при експлуатації глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море виконувався відповідно до технічного завдання та календарного плану. У 2020 р. згідно з загальноприйнятими методами проведені польові експедиційні виїзди зі збору ботанічних, іхтіологічних, герпетологічних та орнітологічних матеріалів на території ДБЗ (район г. Бистре, прибережні ділянки узмор'я, о. Єрмаків).

Протягом 2020 року не спостерігалось істотного впливу експлуатації ГСХ Дунай - Чорне море на рослинні та тваринні угруповання в районі досліджень. Не відмічено також впливу наслідків, безпосередньо, самого судноплавства (забруднення, хвилебійних явищ та ін.). Розвиток флори та фауни заповідника обумовлювався, головним чином, гідрометеорологічними особливостями року.

Найбільшим негативним впливом на природні екосистеми ДБЗ є зниження водного стоку Кілійського гирла Дунаю із-за його перерозподілу на користь румунських гирл.

Роботи з іхтіологічного моніторингу показали, що:

- у 2020 році (станом на 1 липня) вилов склав 252,32 тон, що майже на 50 % менше улову 2019 року за той же період часу, і приблизно на рівні 2014 і 2018 років. Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець;
- прямий вплив розробок ґрунту і дампінга на іхтіофауну відносно невеликий, якщо дані роботи не проводяться в місцях нересту риб в нерестовий період. Для мінімізації негативного впливу робіт на іхтіофауну доцільно знижувати об'єми днопоглиблювальних робіт під час спеціалізованої державної заборони на лов риби до об'ємів, необхідних для забезпечення безпеки судноплавства.

Результати комплексних моніторингових досліджень останніх років свідчать, що гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні та рибогосподарські умови української ділянки р. Дунай значно не відрізнялись від багаторічних показників. Дослідженнями минулих років підтверджено відсутність регіонального впливу морського підхідного каналу, річкової частини ГСХ та морського підводного відвалу у частині зміни умов рибогосподарського використання акваторій. Враховуючи вищевикладене, можливо прогнозувати відсутність значного транскордонного впливу робіт.

Аналіз космічних знімків за 2020 рік показав наявність змін в дельтоутворенні р. Дунай за рахунок процесів акумуляції та розмиву.

За період спостережень району затоки Таранів конфігурація оточуючих затоку кіс у 2020 році, як і у попередні роки змінювалася, весняного розмиву кіс не спостерігалось, коливання берегової лінії були мінімальними. Істотних змін у конфігурації берегів острова Пташиний не відбувалося. Структура та площа островів Нова Земля у 2020 році майже не змінилася.

Просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла у 2020 році зазнавали мінімального сезонного коливання за весь період спостережень зі збереженням загальної форми структурних елементів.

Візуальний та розрахунковий аналіз розподілу завислих речовин західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай показав наступну динаміку:

- загальний напрям виносу завислих речовин південний, в окремі періоди берегова течія та вітропотік зносить їх у північно-східному напрямку;
- максимальні концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старосамбульське спостерігалися 9 серпня, мінімальні – 18 серпня та 10 вересня;
- у зоні дампінгу аномалій фототону, пов'язаних з відвалом ґрунту, не спостерігається

Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу станом на 01.01.2021 року, з урахуванням складованих після проміру 10.04.2020 р. ґрунтів, складає 6698571 м<sup>3</sup>.

На підставі даних натурних спостережень, що виконані у рамках моніторингу довкілля на ділянках проведення гідротехнічних робіт на морському підхідному каналі і гідровідвалі, проведено розрахунки компенсаційних платежів.

У 2020 році величини компенсаційних платежів склали: за забруднення водного середовища – 132706,18 грн., за негативний вплив на рибні ресурси – 894924,48 грн.; в цілому за рік – 1027630,66 грн.

В цілому, за результатами моніторингових спостережень у 2020 році не виявлено суттєвих впливів експлуатації ГСХ «Дунай – Чорне море» та робіт з підтримки паспортних характеристик морського підхідного каналу, впливу морського відвалу ґрунтів, розробки та складування донних відкладів на довкілля української частини дельти р Дунай, а також транскордонного впливу на суміжні території. Зміни, що відмічаються у стані екосистеми дельти Дунаю, обумовлені, головним чином, традиційним комплексом факторів природного та господарського впливу; розвиток рослинних та тваринних угруповань дельти у звітному періоді був переважно пов'язаний з кліматичними та сезонними гідрологічними змінами.

УДК 504.064.3:282.243.7

**Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-  
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ» (УКРНДІЕП)**

**61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6;  
тел./факс (057) 702-15-92; E-mail: director@niiep@gmail.com**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Перший заступник директора  
з наукової роботи**

\_\_\_\_\_ **Васенко О.Г.**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2022 р.**

**АНОТОВАНИЙ ЗВЕДЕНИЙ ЗАКЛЮЧНИЙ ЗВІТ ЗА 2021 р.  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**«Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного  
суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2021-2022 роках.  
Район Морського підхідного каналу»**

**Договір № 1470/1.1/97-В-ФДЛ-21 від 22.04.2021 р.**

**III етап**

Відповідальний виконавець

О.Ю. Ієвлева

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ	3
1. Гідрологічні та гідрохімічні дослідження р. Дунай (ДГМО, УКРНДІЕП)	5
2.. Оцінка екологічного стану Дунаю за гід- робіологічними, гідрохімічними та мікробіологічними показниками (УКРНДІЕП, ІГБ)	8
3. Контрольні спостереження в процесі експлу- атації глибоководного суднового ходу Дунай- Чорне море (морська частина) (ІМБ НАН України)	14
4. Результати іхтіологічного моніторингу (ІМБ)	18
5. Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)	21
6. Аналіз динаміки руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря за матеріалами космічних зйомок	25
7. Моніторинг морського гідро відвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море (ЧорноморНДІпроект)	30
Висновки	32

## ВСТУП

Моніторингові роботи у 2021-2022 рр. проводяться у відповідності до Технічного завдання на виконання робіт за договором № 1470/1.1/97-В-ФДЛ-21 від 22.04.2021 р. та «Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2021-2022 роках. Район Морського підхідного каналу», далі Програма (Додаток А). Крім того, при підготовці звіту використані результати моніторингу, що проводився у рамках договору № 1260/1.1/139-В-ФДЛ-20 від 02.06.2020 р. «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2020-2021 роках. Район Морського підхідного каналу».

За результатами проведених відкритих торгів до виконання робіт головним виконавцем (УКРНДІЕП Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України) залучені наступні організації: Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО), Державне підприємство «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ», Дунайський біосферний заповідник НАНУ (ДБЗ), Державна установа «Інститут морської біології» (ІМБ) НАНУ, Інститут гідробіології Національної академії наук України (ІГБ).

Згідно Програми моніторингу Дунайською гідрометеообсерваторією проводились систематичні щомісячні гідрологічні та гідрохімічні дослідження показників стану вод української частини р. Дунай. УКРНДІЕП виконані сезонні експедиційні гідроекологічні дослідження на трасі ГСХ (гідрохімічні, гідробіологічні, мікробіологічні). ІГБ узагальнена інформація про склад та структуру біотичних угруповань гирлових ділянок рукавів дельти в осінній період 2021 року, проведена оцінка екологічного стану гирла рукава Бистрий, узагальнена інформація про стан популяцій чужорідних видів в регіоні досліджень, проведені мікробіологічні дослідження.

Експедиційні обстеження на узмор'ї Дунаю в рамках контрольних спостережень при проведенні гідротехнічних робіт проводились у травні та жовтні 2021 року (ІМБ). Виконано збір та узагальнення гідрологічних і гідрохімічних даних у баровій частині та суміжній акваторії на 12 станціях. На кожній станції виконувався комплекс гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних робіт; метеорологічні спостереження.

В рамках комплексного екологічного моніторингу проводились спостереження за станом рослинних угруповань берегової лінії та плавнів, макрзообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів і заток на території ДБЗ, герпетофауною і іхтіофауною, а також орнітологічні і теріологічні обстеження у районі ГСХ та на о. Єрмаків.

Поповнювались бази космічних знімків, проводились дослідження екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням засобів дистанційного моніторингу. Аналіз космічних зйомок дозволяє оцінювати динаміку руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря у сезонному та багаторічному аспекті.

У відповідності до Програми проводились роботи з іхтіологічного моніторингу. Виконано аналіз статистичних даних щодо промислу прохідних та туводних риб в р. Дунай і авандельті, проведено збір та обробку матеріалів, що характеризують стан їх популяцій. На підставі цих даних проводились розрахунки можливих збитків, які можуть бути нанесені водному середовищу та рибним ресурсам під час проведення запланованих гідротехнічних робіт у 2022 році (ІМБ, «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ»).

Виконано оцінку впливу у 2021 році днопоглиблювальних робіт на водне середовище та іхтіофауну; проведені щоквартальні розрахунки компенсаційних платежів (ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ, ІМБ).

Проведено аналіз фактичних обсягів складування ґрунтів, вийнятих під час експлуатаційних днопоглиблювальних робіт по відновленню ГСХ “Дунай – Чорне море”, оцінку залишкової ґрунтомісткості гідровідвалу; вивчення можливості подальшого його використання під час виконання днопоглиблювальних робіт на морській частині ГСХ “Дунай – Чорне море” (ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ).

Моніторингові роботи спрямовані на відстеження впливів (прямих та опосереднених) експлуатаційного днопоглиблення в районі МПК на екологічний стан узмор’я, а також інших факторів природного і антропогенного характеру, що формують ситуацію в досліджуваному регіоні (гідрологічний режим, об’єми стоку води та наносів, гідрохімічний режим стоку Дунаю, динаміка морського краю дельти, стан кормової бази риб, тощо). Контролю також потребують питання стану прилеглих до району проведення робіт охоронних територій, біорізноманіття, рідкісної флори та фауни, а також отримання необхідної інформації щодо транскордонних впливів у відповідності до вимог Конвенції Еспоо.

Анотований звіт містить стислі відомості про фактичне виконання програми робіт та основні результати досліджень за напрямками моніторингу у 2021 році.

## 1. Гідрологічні та гідрохімічні дослідження р. Дунай (ДГМО, УКРНДІЕП).

У 2021 р. згідно Програми комплексного екологічного моніторингу та Технічного завдання за договором субпідряду з УКРНДІЕП Дунайською гідрометобсерваторією виконувались регулярні гідрологічні та гідрохімічні дослідження в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) «Дунай – Чорне море».

В програму гідрологічного моніторингу за 2021 рік входили щоденні спостереження за рівнем і температурою води. Ці спостереження проводилися на одинадцяти стаціонарних постах, на п'яти з яких, крім того, велися спостереження за стоком завислих наносів. Для дослідження просторово-часової мінливості стоку води та наносів в різні фази гідрологічного режиму були виконані експедиційні роботи по вимірюванню витрат води та завислих наносів на 22 гідростворах дельти Дунаю. Гідрохімічні спостереження згідно вимог Технічного завдання були проведені по всій довжині української ділянки р. Дунай – від р. Прут до гирла Бистрого. Експедиційні роботи, до складу яких входили гідрометеорологічні спостереження та відбір проб води, проводились щомісячно на 17 станціях з наступним лабораторним визначенням 34 фізичних та хімічних показників дунайської води.

Методики проведення гідрологічного та гідрохімічного моніторингу за звітний період не змінювались.

У 2021 р. УКРНДІЕП проведені експедиційні дослідження на трасі ГСХ, визначено вміст важких металів у воді та донних відкладеннях. Програма гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на українській частині дельти Дунаю в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море” в 2021 р. була виконана повністю.

2021 рік був помірно теплим та вологим. Середня річна температура повітря склала 11,9° С, що перевищує середнє багаторічне значення на 0,2°. Сума опадів за рік склала 468,0 мм — це відповідає 104% від багаторічної норми.

Середній річний рівень води у 2021 році у вершині дельти Дунаю був нижчим за середньобагаторічний. Максимальні рівні води були зафіксовані у другій половині лютого, небезпечних позначок не досягли. На постах розташованих в морській Кілійській дельті на коливання рівнів води протягом року мають вплив згінно-нагінні явища, середні місячні та річні рівні води були вищими за середні багаторічні значення.

В Чорне море за 2021 рік поступило з Дунаю 192 куб. км води, що відповідає середній витраті води 6080 куб. м/с. Максимальні середньодобові витрати води у вершині дельти Дунаю (10900 куб. м/с) спостерігались у лютому, на піку зимового паводку, мінімальні (2820 куб. м/с) — у листопаді.

Середня витрата води рукава Бистрого склала 1140 куб.м/с. Таким чином, через рукав Бистрий у море було винесено 36,0 куб. км води, або 18,8% загального припливу у дельту на замикаючому створі Дунаю. Максимальні значення витрати води склали 1960 куб.м/с у лютому, мінімальні (586 куб.м/с) — у листопаді.

Стік завислих наносів Дунаю за 2021 рік склав 14,7 млн. тон, з яких 2,75 млн. тон, або 18,7% від загальної кількості пройшло по рукаву Бистрому.

Лабораторний аналіз проб води проводився у лабораторії, що пройшла аудит на відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005. Отримані результати надійні і можуть бути використані для ведення бази даних гідрохімічних та гідрофізичних показників.

Під час проведення спостережень середні значення температури води в січні та березні були на рівні 5,7 - 5,8 °С. В лютому вода була прохолоднішою, її середня температура склала 4,2 °С. Починаючи з квітня по серпень вода стрімко прогрівалась: середня температура під час відбору проб поступово зростала від 10,5 до 28,3 °С, далі



температура води зменшувалась. Абсолютні значення температури води за звітний період змінювались від 3,4° до 29,1 °С при середній величині 15,4 °С.

У відібраних пробах кількість завислих речовин та розчиненого кисню була меншою від багаторічних значень. Таке ж порівняння концентрацій азоту нітритного, амонійного, головних іонів та твердості указує на їх зменшення у водах дунайської гирлової області.

У звітному періоді було відмічене зростання концентрацій загального фосфору, силікатів в порівнянні з середньою величиною ретроспективного багаторічного періоду.

Кількість органічних речовин в дунайській воді в порівнянні з багаторічними значеннями зменшилась, але, як і раніше, співставлення величин окислюваностей указує на перевагу органічних речовин, що важко окислюються, над речовинами, що окислюються відносно легко.

Із речовин - забруднювачів, що були знайдені в дунайській воді у звітному періоді, нафтопродукти та СПАР не досягали рівнів ГДК, хоча відмічалось збільшення величини концентрації СПАР в порівнянні з середніми багаторічними величинами. Концентрація фенолів вдвічі перевищила рівень середніх багаторічних та складала 2 ГДК. Величина рН, концентрації азоту нітритного, фосфорних сполук, знаходились практично на однаковому рівні середніх багаторічних значень. На 2 мкг/дм<sup>3</sup> в порівнянні з багаторічним значенням зменшився вміст хрому шестивалентного, який складає в теперішній час 4 ГДК.

Забруднення вод р. Дунай металами має наступні характеристики:

- валовий вміст заліза, марганцю, цинку, нікелю та міді у порівнянні з даними 2005 року нижчий, переважно фіксуються значення на рівні попереднього року;
- за даними експедиційних досліджень у 2021 році найбільше забруднення металами спостерігалось переважно у жовтні;
- валовий вміст заліза у воді, як і у попередні роки, перевищував значення як ГДК<sub>р.г.</sub> так і ГДК<sub>к.пб.</sub> протягом усього року на усіх пунктах спостереження; залізо має найбільші перевищення з досліджуваних металів;
- за валовим вмістом марганцю також спостерігались перевищення ГДК<sub>р.г.</sub>, також мали місце разові випадки перевищень ГДК<sub>к.пб.</sub> за валовим вмістом (до 1,4 ГДК<sub>к.пб.</sub>);
- валовий вміст цинку в більшості проб був мінімальним і не перевищував ГДК;
- валовий вміст нікелю в переважній більшості проб не перевищував ГДК.;
- валовий вміст міді впродовж року змінювався по окремим пунктам спостережень від 0,003 мг/дм<sup>3</sup> до 0,0092 мг/дм<sup>3</sup>, перевищень ГДК<sub>к.пб.</sub> не спостерігалось.

Високий вміст металів у донних відкладах спостерігається по всій українській частині річки. У 2021 році відмічається зменшення масової частки досліджуваних металів у донних відкладах порівняно з попереднім роком.

Співставлення результатів моніторингу з рекомендованими міжнародними нормами TNMN і JDS щодо вмісту металів показують, що у 2021 році перевищення нормативів мали місце для вмісту нікелю у донних відкладах. Виявлені факти порушень нормативів мали разовий характер не перевищували 2,0 у донних відкладах. Опосереднені по ділянці річки результати спостережень, як по окремим сезонам, так і в цілому за рік не перевищують вищевказаних нормативів вмісту металів у воді.

Аналіз матеріалів спостережень за динамікою МКД показує, що в 2021 році загальна тенденція поступового просування до сходу морського узбережжя Кілійської дельти, в цілому, зберігається.

Результати проведеного у 2021 р. моніторингу свідчать про відсутність впливу експлуатації ГСХ «Дунай-Чорне море» на гідрологічний та гідрохімічний режим дельти Дунаю, у т.ч. в трансграничному аспекті.

## 2. Оцінка екологічного стану Дунаю за гідробіологічними, гідрохімічними та мікробіологічними показниками (УКРНДІЕП, ІГБ)

### *Результати гідробіологічних досліджень та екологічна оцінка якості води української частини Дунаю (УКРНДІЕП)*

Дослідження стану гідробіологічних угруповань української частини дельти Дунаю УКРНДІЕП виконувались по трасі суднового ходу Дунай – Чорне море у травні, липні та жовтні 2021 р. відповідно до стандартних гідробіологічних методик (табл. 2.1). Всього за період експедиційних досліджень відібрано 327 проб води та донних відкладів для біологічного та хімічного аналізу.

**Таблиця 2.1.** Пункти відбору проб УКРНДІЕП (травень, липень, жовтень 2021 р.)

№ пункту	Код, найменування пункту відбору	Відстань від гирла	Прив'язка	Дата	Види проб
1	R01, 2 км вище м. Рені	71 миля	лівий берег	25.05.21 6.07.21 20.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
2	R06, 1 км нижче м. Ізмаїл	89 км	лівий берег	25.05.21 6.07.21 20.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
3	R07, вище м. Кілія	49	лівий берег	25.05.21 6.07.21 20.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
4	R09, нижче м. Кілія	32 км	лівий берег	25.05.21 6.07.21 20.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
5	R10, 1 км вище м. Вилкове	21 км	лівий берег	24.05.21 5.07.21 20.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
6	R11, р. Очаківський	17 км	лівий берег, середина	24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
7	R14, р. Очаківський	6 км	лівий берег, середина	24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
8	R12, р.Старостамбульський	11 км	лівий берег, середина	24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
9	R15, р.Старостамбульський	4 км	лівий берег, середина	24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
10	R13/9, р. Бистрий	9 км	лівий берег, середина	24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
11	R13/1, р. Бистрий	1 км	лівий берег, середина	24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
12	р. Восточний	0,5 км	середина	19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні
13	R13/0, р. Бистрий	0 км		24.05.21 5.07.21 19.10.21	гідрохімічні, гідробіологічні

*Результати досліджень фітопланктону.*

У ході аналізу 37 альгологічних проб, відібраних під час експедиційних виїздів у травні, липні й жовтні 2021 р. у 13 досліджених створах р. Дунай, було виявлено 148 видових і внутрішньовидових таксонів з 8 відділів прісноводного фітопланктону. Окремо у травні, липні та жовтні 2021 р. було відмічене відповідно 110, 84 і 64 таксономічні одиниці планктонних водоростей, що свідчить про помірне видове різноманіття з підвищенням на початку травня (у період весняного максимуму розвитку фітопланктону) та поступовим зниженням під час інших відборів, особливо у більш прохолодний осінній період.

Максимальне різноманіття планктонних водоростей в усі сезони відборів 2021 р. спостерігалось серед характерних для річкового фітопланктону реофільних діатомових (Bacillariophyta): у травні – 50 % від загальної кількості видів, у липні – 40 %, у жовтні – 48 %. Представники відділу Зелені (Chlorophyta) посідали друге місце, складаючи відповідно 28, 31 і 23 %. В інших відділах фітопланктону видове різноманіття було значно меншим, особливо у жовтні.

В цілому фітопланктон дослідженої ділянки української частини р. Дунай у травні та липні 2021 р. був представлений діатомово-хлорококовим комплексом, у жовтні – переважно діатомовим, що загалом характерно для сезонів спостережень і типу водойм. Більшість виявлених видів належали до прісноводно-солонуватоводних. Крім типових планктонних, до складу фітопланктону досліджених створів постійно входили як перифітонні, так і бентосні форми.

Індекси видового різноманіття Шеннона, розраховані за чисельністю та біомасою фітопланктону, свідчили про більш-менш рівномірний внесок видів у формування якісного та кількісного складу альгофлори. Коливання індексу Шеннона між створами у більшості випадків корелювало з динамікою чисельності, біомаси та кількості видів у створах.

Загальна кількість видів планктонних водоростей в окремих створах була максимальною у травні (26 – 50 видів), дещо меншою у липні (14 – 42 види) і найбільш низькою у жовтні (14 – 23 види), що корелювало з динамікою видового різноманіття. Більшість у кількості видів у створах обумовлювали переважно діатомові, в окремих створах – також зелені.

Кількісний розвиток фітопланктону на досліджених ділянках загалом був досить помітним. В цілому спостерігалися значні коливання чисельності фітопланктону: 4,5 – 48,12 млн. кл/дм<sup>3</sup> у травні, 19,9 – 79,63 млн. кл/дм<sup>3</sup> у липні, 19,47 – 71,46 млн. кл/дм<sup>3</sup> у жовтні та більш однорідні показники його біомаси: 1,065 – 2,75 мг/дм<sup>3</sup> у травні, 0,773 – 1,96 мг/дм<sup>3</sup> у липні, 0,718 – 3,42 мг/дм<sup>3</sup> у жовтні.

Чисельність фітопланктону головним чином була обумовлена розвитком представників відділу Синьозелені, особливо дуже дрібноклітинним видом *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em. Elenk., чисельність якого завжди значно перевищує біомасу. За рахунок цього виду, а також *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk., синьозелені помітно домінували за чисельністю в усіх розглянутих пробах, проте, як і минулого року, відмічався певний внесок до загальної чисельності золотистих, діатомових, зелених і жовтозелених.

У динаміці загальної біомаси фітопланктону, в цілому відносно невисокої, від травня до жовтня 2021 р., як і минулого року, простежувалося зниження ролі діатомових і підвищення частки синьозелених та представників інших відділів.

До провідного комплексу видів фітопланктону більшості досліджених створів входили *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk. (синьозелені), *Stephanodiscus*

*hantzschii* Grun., *Cyclotella kuetzingiana* Thw., (діатомові), *Chrysococcus rufescens* Klebs (золотисті), *Tribonema regulare* Pasch. і *T. minus* Hazen (жовтозелені), *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr. (зелені). В окремих створах помітних значень біомаси досягали *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em. Elenk., *Oscillatoria agardhii* Gom., *O. limnetica* Lemm. (синьозелені), *Cyclotella glomerata* Bachmann, види роду *Melosira* (діатомові).

Згідно з характеристикою ступенів «цвітіння» води отримані значення біомаси фітопланктону переважної більшості досліджених створів відповідали II ступеню цвітіння води (слабке, біомаса 1 – 4,0 мг/дм<sup>3</sup>) та «екологічно нешкідливим концентраціям, які викликають деяке погіршення якості води». Окремі значення біомаси у липні й жовтні відповідали I ступеню цвітіння (початкове, біомаса менше 1 мг/дм<sup>3</sup>) та «екологічно нешкідливим концентраціям».

Кількість видів-індикаторів якості води, виявлених під час досліджень 2021 р., коливалася від 55 у травні до 42 у липні та до 34 у жовтні, а їх більшість (від 17 до 25) належала до β-мезосапробної зони («помірно забруднені води»). Кількість видів-індикаторів більш чистих порівняно з β-мезосапробною зоною вод в усі сезони переважала кількість індикаторів більш забруднених вод, що свідчить про тенденцію до покращення якості води, на що вказує також відсутність в усі сезони відборів 2021 р. представників р-α-сапробної зони з відділу Евгленові, які поодинокі зустрічалися в окремі сезони попередніх років, і вважаються індикаторами забруднених вод.

Індекс сапробності, розрахований за методом Пантле і Букка, коливався на рівні 1,57 – 1,63 (у травні), 1,59 – 1,69 (у липні), 1,60 – 1,66 (у жовтні) та перебував у межах II класу, 3 категорії якості вод (значення індексу сапробності 1,6 – 2,0): «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, мезо-евтрофні, β'-мезосапробна зона, у більшості створів наближаючись до більш чистої границі.

Визначення зон сапробності, класів і категорій якості води досліджених створів за значеннями індексу сапробності та за біомасою фітопланктону відповідно до Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод, як і у минулі роки, співпадало лише для частини створів. Це підтвердило важливість урахування обох критеріїв якості води, особливо у теплі сезони, коли відбувається підвищення розвитку планктонних водоростей і їх біомаса свідчить про більше забруднення вод у порівнянні з індексом сапробності.

В цілому кількісний та якісний склад фітопланктону досліджених створів української частини р. Дунай у травні, липні та жовтні 2021 р. відповідав сезонам відборів і типу водойм, а також був подібним до аналогічних сезонів останніх років.

Зоопланктон досліджених ділянок української частини дельти р. Дунай за видовим складом і показниками кількісного розвитку характеризувався як досить бідний. Під час трьох експедиційних виїздів загальне видове різноманіття перебувало на рівні від 11 до 13 таксонів, за кількістю видів у створах – від повної відсутності до 9 видів.

Як чисельність, так і біомаса зоопланктону під час досліджень формувались головним чином за рахунок копеподит, за показниками розвитку чисельності зоопланктон відносився до ротаторно-копеподітного типу. Аналіз отриманих даних кількісного розвитку у досліджених пунктах свідчить про нерівномірність: чисельність коливалася у межах 98 - 9860 екз/м<sup>3</sup>, а біомаса – від 0,12 мг/м<sup>3</sup> (у пункті

R 13/0) до 72,214 мг/м<sup>3</sup> (R 11) у травні, від 0,24 мг/м<sup>3</sup> (R13/0) до 82,326 мг/м<sup>3</sup> (R11) у липні, від 0,072 мг/м<sup>3</sup> (R09) до 16,74 мг/м<sup>3</sup> (R 11) у жовтні.

Види-індикатори зоопланктону відносились головним чином до β-сапробної зони. За індексом сапробності, який перебував на рівні 1,5-18, якість води у період від травня до жовтня 2021 р. покращувалась, але залишалась головним чином у межах β'-мезосапробної зони, II класу 3 категорії якості вод: добрі за станом, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості.

За результатами еколого-токсикологічної оцінки стану поверхневих вод дослідженої ділянки р. Дунай у травні й у липні серед 12 проб води 2 виявили хронічну токсичність, які за токсикологічним показником не відповідали встановленому нормативу [КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.] і відносились до II класу якості – «слабко забруднені» (р. Дунай нижче м. Ізмаїл, нижче м. Кілія), інші за ступенем забрудненості відповідали I класу – «вода чиста» (р. Дунай вище м. Рені, вище м. Кілія, вище м. Вилкове, р.Очаківський, р. Бистрий та р.Старостамбульський). У жовтні серед 13 проб води 4 виявили хронічну токсичність води (р. Дунай нижче м. Ізмаїл, нижче м. Кілія, р. Бистрий 9 км, Рені) і віднесені до 2 класу якості – «слабко забруднені». 9 проб води за ступенем забрудненості віднесено до I класу якості – «вода чиста» (р. Дунай вище м. Кілія, вище м. Вилкове, р. Старостамбульський 11 км, 4 км, р.Бистрий 1 км, 0 км, р. Очаківський 17 км, 6 км, Восточний 0,5 км).

Таким чином, за результатами еколого-токсикологічної оцінки стану поверхневих вод дослідженої ділянки р. Дунай у травні і липні 2021 р. стан води був кращий порівняно з жовтнем.

Результати аналізу проб зообентосу свідчать про коливання за різноманіттям і кількісними показниками. Це може свідчити про неоднорідність місць мешкання та нестабільність умов існування бентосних організмів, що обумовлено, в першу чергу, природними факторами (структура ґрунтів, швидкість течії тощо), а не антропогенним впливом - проведенням днопоглиблювальних робіт. Видовий склад макрозообентосу у травні 2021 р. налічував 3 великих таксонів донних безхребетних, у липні – 3, у жовтні – 4.

Згідно з результатами проведених досліджень можна зазначити, що коливання складу і кількості зообентосу в першу чергу пов'язані з природними факторами, а не впливом днопоглиблювальних робіт.

Вміст хлорофілу «а» фітопланктону навесні й влітку був вище, ніж восени, що збігається із загальноприйнятими уявленнями про сезонну динаміку цього показника. Водночас, у донних відкладах вміст хлорофілу «а» восени був вищим, ніж улітку та навесні, що може пояснюватися процесом осідання фітопланктону.

Взагалі, вміст пігментів у донних відкладах був, порівняно зі значеннями попередніх років, достатньо високим, на відміну від концентрацій пігментів фітопланктону.

Пігментні індекси фітопланктону восени були значно нижче, ніж влітку та навесні, що дещо протирічить уявленням про звичайну динаміку активності мікродоростей, але може бути пов'язано з короткотерміновими коливаннями показників на момент відбору. Пігментні індекси донних відкладів найнижчими були навесні, а влітку й восени знаходилися на співставному рівні.

Відзначено тенденцію до збільшення середніх концентрацій пігментів фітопланктону по мірі наближення до морського краю дельти, що протилежно тенденції, відзначеній за розподілом середньобагаторічних концентрацій.

Просторовий розподіл вмісту пігментів у донних відкладах характеризувався тенденцією до збільшення значень по мірі наближення до морського краю дельти як за величинами, визначеними у 2021 році, так і за середньобагаторічними.

За класифікацією TNMN досліджені води по вмісту хлорофілу «а» відповідали 1 класу якості. Концентрації хлорофілу «а» фітопланктону в середньому відповідали за різними оцінками рівням від оліготрофних до мезотрофних вод. Вміст хлорофілу «а» у донних відкладах у цілому відповідав мезотрофним водам з переходом у евтрофні (середнє значення відповідало евтрофним водам).

Проведеними УКРНДІЕП дослідженнями і розрахунками встановлено, що у 2021 р. води української ділянки дельти Дунаю за середніми рівнями показників відповідали 2 категорії *екологічної оцінки* (чисті з переходом у достатньо чисті), а за середніми з найгірших рівнів показників – 4 категорії (слабко забруднені). Якість вод української ділянки дельти Дунаю за класифікацією TNMN знаходилася між 1 і 2 класами. Перевищення рибогосподарських і господарсько-побутових ГДК відзначено за середніми концентраціями фенолів.

#### ***Результати гідробіологічних досліджень та екологічна оцінка якості води української частини Дунаю (ІГБ)***

У матеріалах ІГБ НАНУ узагальнена інформація про склад та структуру біотичних угруповань гирлових ділянок рукавів дельти Дунаю в осінній період 2021 р., проведена оцінка екологічного стану гирла рукава Бистрий, узагальнена інформація про стан популяцій чужорідних видів в регіоні досліджень.

Загалом у складі гідробіологічних угруповань гирлових ділянок рукавів восени 2021 року було виявлено 261 вид рослин та тварин, серед яких 110 видів водоростей, 23 види макрофітів, 107 видів бентосних безхребетних та 21 вид іхтіофауни.

Рівень загального видового багатства в гирлі рукава Бистрий був вищий, ніж в гирлах інших рукавів, що в першу чергу обумовлено максимальними значеннями кількості видів альгофлори (як фітопланктону так і фітобентосу) і іхтіофауни, і достатньо високими значеннями цього показника для бентосних безхребетних. Рівень видового багатства макрофітів навпаки був мінімальним, що однак не мало суттєвого впливу на загальну кількість видів, зважаючи на загалом низькі значення кількості видів вищої водної рослинності в усіх водних об'єктах.

Чисельність фітопланктону гирла рукава Бистрий знаходилась на рівні середніх значень в інших рукавах дельти, а біомаса була максимальною серед усіх водотоків. Структура фітопланктону як за чисельністю, так і за біомасою у всіх досліджених водотоках була подібною – домінували Bacillariophyta.

Мікрофітобентос гирлової ділянки рукава Бистрий характеризувався найбільшими показниками чисельності та близькими до максимальних показниками біомаси, а також домінуванням діатомових за обома характеристиками.

Серед водних макрофітів гирла рукава Бистрий за проективним покриттям переважали гелофіти. Значна частка проективного покриття належала виду-чужинцю *Vallisneria spiralis*.

Угруповання бентосних безхребетних гирла рукава Бистрий характеризувались найбільшими серед інших водотоків показниками загальної

чисельності та біомаси, що обумовлено розвитком комах та двостулкових моллюсків. Однак, рівень трофності на всіх досліджених ділянках однаковий за чисельністю (евтрофні води) і переважно (крім гирла рукава Циганка) – за біомасою (мезотрофні води).

У складі іхтіофауни гирла рукава Бистрий виявлено родини риб, відсутні на інших ділянках (зокрема, в'юнові та окуневі). За відносною чисельністю, як і в інших водотоках в ловах переважали представники родини *Gobiidae*.

У складі біотичних угруповань виявлено 11 чужорідних видів, з яких по 2 види водоростей, водних макрофітів та риб і 5 представників бентосних безхребетних. Майже всі вони (крім стрілиці широколистої) зареєстровані в гирлі рукава Бистрий, тоді як в інших водотоках знайдено по 5–7 представників чужорідних комплексів. Індекс біологічного забруднення (SCBI) для різних угруповань переважно становив 1–2 бали (низький та середній рівень) і лише для гирла рукава Циганка зареєстровано високий рівень біологічного забруднення для мікрофітобентосу та іхтіофауни (SCBI=3 бали).

Значення більшості структурних характеристик біотичних угруповань гирлової ділянки рукава Бистрий не суттєво відрізнялись від таких в інших досліджених гирлах, що підтвердили й оцінки екологічного стану. Так, за фітопланктоном, мікрофітобентосом та водними макрофітами у більшості гирл екологічний стан визначається як «задовільний», а за бентосними безхребетними для всіх досліджених ділянок встановлено «добрий» екологічний стан. Тобто суттєвого негативного впливу в зоні проведення гідротехнічних робіт не зареєстровано.

Сапробіологічна оцінка якості води за біомасою планктонних та бентосних водоростей показала приналежність вод досліджених ділянок до  $\beta$ -мезосапробної зони, а за структурою бентосних безхребетних вода гирла рукава Циганка належала до оліго- $\alpha$ -мезосапробної, а інших ділянок – до оліго- $\beta$ -мезосапробної зони.

Якість вод за вмістом аніонів змінювалась від I класу (чисті води) до III класу (забруднені води), в гирлі рукава Бистрий вміст амонійного азоту та нітратів відповідав I (чисті води), фосфатів – II (досить чисті води), а нітритів – III (забруднені води) класу якості вод. За біотичними індексами BBI та BMWP вода гирла рукава Бистрий належала до I (чисті води), а інших ділянок – до II (досить чисті води) класів якості. Показники чисельності бактеріопланктону змінювались від III класу (забруднені води) в гирлі рукава Циганка до V (дуже брудні води) на всіх інших ділянках, а за кількістю евтрофних бактерій – від IV класу (брудні води) до V класу (дуже брудні води) в зазначених водотоках відповідно.

#### *Результати мікробіологічних досліджень (ІГБ)*

Проведені мікробіологічні дослідження засвідчили високий вміст бактерій у воді гирлових ділянок, а кількість бактерій різних еколого-трофічних груп у воді показала високий ступінь її трофності і в той же час, можливий, значний самоочисний потенціал річки. В гирлі рукава Бистрий величини загальної чисельності бактеріопланктону та кількості евтрофних бактерій не виходили за межі середніх для всіх гирлових ділянок значень, однак найвищий відсоток клітин з пошкодженою цитоплазматичною мембраною може бути обумовлений проведеними днопоглиблювальними роботами. Проведені санітарно-мікробіологічні дослідження свідчать про високу забрудненість досліджених акваторій щодо вмісту потенційно патогенних та патогенних бактерій. За результатами проведених санітарно-мікробіологічних досліджень можна зробити висновок про непридатність досліджених води рукавів Кілійської дельти Дунаю для використання в оздоровчих цілях. Винятком є гирла рукавів Бистрий та Восточний, які відповідають Нормативним документам ЄС та законодавчій базі України щодо вмісту потенційно патогенних та патогенних бактерій.



### 3. Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина) (ІМБ НАН України)

У травні 2021 р. (15.05.2021 р.) та жовтні 2021 р. (23.10. та 26.10.2021 р.) ІМБ НАН України були проведені експедиційні роботи за темою «Контрольні спостереження у процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина)» на узмор'ї Кілійської дельти р. Дунай. Роботи проводились за схемою, яка включала 12 станцій (рис. 3.1).

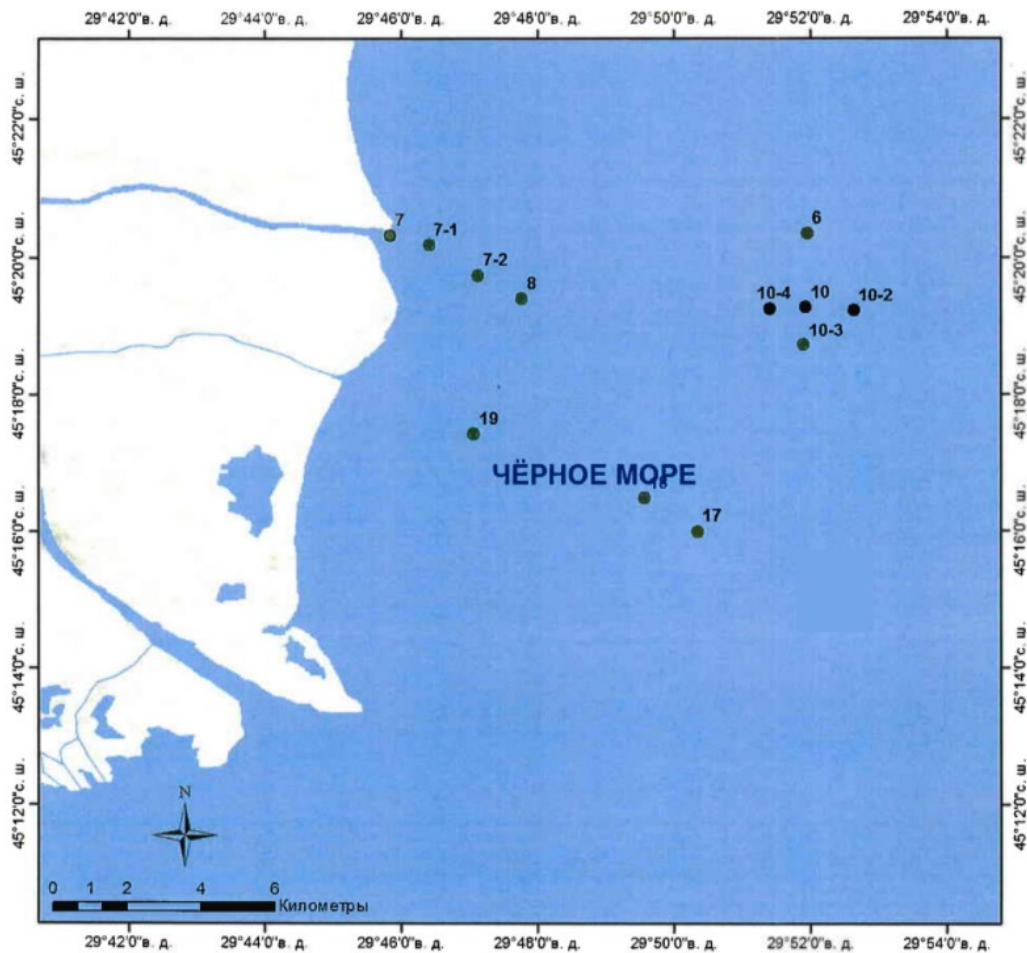


Рис. 3.1. Схема станцій відбору проб у 2021 р.

На кожній станції стандартними методами виконувався комплекс гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних робіт. На всіх станціях відбиралися дночерпаком проби зообентосу і ґрунту для гідрохімічних та гранулометричних аналізів, а також батометричні проби води для гідрохімічних аналізів, визначення солоності та спостережень за фітопланктоном. Безпосередньо на борту відбувався вимір температури в поверхневому і придонному шарах води.

На всіх станціях виконувалися метеорологічні спостереження: вимірювання температури повітря, напрямку та швидкості вітру, визначалась прозорість води (якщо дозволяло хвилювання) і спостерігалися параметри хвилювання. Вихід на станції і визначення місця розташування проводилися за допомогою приладу GPS-12 «Garmin». Забортні роботи виконувалися з використанням двох ручних лебідок (гідрологічної і гідробіологічної) типу «Нева», встановлених в кормовій частині судна. Швидкість вітру вимірювалася індукційним анемометром АРІ-49. напрямком



визначався по судновому компасу. глибина визначалась за допомогою суднового ехолоту. На морських станціях прозорість води вимірювалися за допомогою диска Секкі.

Всього відібрано проб: Гідрологія – 168, Фітопланктон – 48, Зоопланктон – 24, Зообентос – 24, Мейобентос – 24, Гранулометрія – 24, Нафтопродукти – 24, Важкі метали – 24.

#### *Результати контрольних спостережень.*

В результаті експедиційних досліджень, проведених у травні та жовтні 2021 р. у пригирловому узмор'ї р. Дунай отримані дані щодо стану води за комплексом гідрологічних та гідохімічних показників, проведено гранулометричний аналіз ґрунту, оцінено рівень його забруднення. Обчислені значення біомаси кормових компонентів фітопланктону, зоопланктону та зообентосу для розрахунку екологічних збитків у II та IV кварталах 2021 р. За станом угруповання перифітону надана оцінка якості морських вод району дослідження відповідно до Європейських принципів.

У травні 2021 р. у пригирловому узмор'ї р. Дунай спостерігалась стратифікація з гетеротермією, галоклин проходив в районі ст. 18, тоді як у жовтні спостерігалась гомотермія, галоклин проходив в районі ст. 19. За об'ємом річкового стоку ( $190.9 \text{ км}^3$ ) 2021 рік відноситься до середніх за водністю років.

Навесні 2021 р. на узмор'ї Дунаю вміст нітратного азоту у воді досягав  $1521 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ , восени його вміст залишався досить високим (до  $1006 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ). Концентрація фосфору мінерального з травня по жовтень зросла більше ніж у 2 рази – з  $34.4 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$  до  $74.4 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$  на станціях у підхідному каналі.

У травні та жовтні 2021 р. в донних відкладеннях з важких металів в найбільшій концентрації був присутній цинк (максимум  $112 \text{ мкг}\cdot\text{кг}^{-1}$  та  $133 \text{ мкг}\cdot\text{кг}^{-1}$  відповідно). Навесні концентрації ртуті не перевищували  $0.1 \text{ мкг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , максимальна концентрація міді становила  $46.5 \text{ мкг}\cdot\text{кг}^{-1}$  (ст. 18). До осені дані показники мало змінилися і склали  $0.108 \text{ мкг}\cdot\text{кг}^{-1}$  та  $44.7 \text{ мкг}\cdot\text{кг}^{-1}$  відповідно. З травня по жовтень значно погіршилась якість донних відкладень за рівнем забруднення нафтовими вуглеводнями – з класу якості А до III класу якості.

У травні 2021 р. в пригирловій області р. Дунай середня біомаса кормового фітопланктону в районі днопоглиблення була в 4.0 рази більшою, а в районі дампінгу в 2.6 разів меншою, порівняно з фоновим районом. Основу біомаси фітопланктону складали діатомові (65.24%) та дінофітові (27.72%) водорості. Частка ціанопрокаріот в загальній біомасі фітопланктону складала 0.26 – 11.90% (у середньому 3.59%). Отже, у травні 2021 р., в основному, фітопланктон пригирлової області р. Дунаю був кормовим.

У жовтні 2021 р. чисельність та біомаса фітопланктону на станціях району дампінгу практично не відрізнялись від фонових. В районі днопоглиблення біомаса мікрводоростей була в 2 рази меншою, ніж у фоновому, однак за чисельністю навпаки – в 2.7 разів більшою, що відбулось за рахунок розвитку дрібноклітинної діатомової водорості *S. costatum*. Основу біомаси фітопланктону складали діатомові (38.67%) та дінофітові (37.42%) водорості. Частка ціанопрокаріот в загальній біомасі фітопланктону складала у середньому 10.39%. Таким чином, у жовтні фітопланктон пригирлової області р. Дунай був кормовим.

У травні 2021 р. середні значення чисельності та біомаси загального зоопланктону на фонових станціях ( $22031.5 \pm 5376.2$  екз. $\cdot$ м<sup>-3</sup> та  $284.16 \pm 92.81$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>) та в районі дампінгу ( $10589.1 \pm 910.8$  екз. $\cdot$ м<sup>-3</sup> та  $92.77 \pm 17.71$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>) були значно більшими, ніж в районі днопоглиблення ( $993.4 \pm 268.1$  екз. $\cdot$ м<sup>-3</sup> та  $15.41 \pm 4.69$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>). 3 травня по жовтень структурні показники зоопланктону знизилися. Максимальна біомаса зоопланктону в жовтні спостерігалась на фонових станціях ( $55.07 \pm 8.69$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>), мінімальна – в районі днопоглиблення ( $5.85 \pm 1.65$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>).

В 2021 р. максимальні значення біомаси кормового зоопланктону відмічені на фонових станціях ( $184.12 \pm 45.71$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> в травні,  $55.07 \pm 8.69$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> в жовтні), мінімальні – в районі днопоглиблення ( $15.41 \pm 4.69$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> в травні,  $5.85 \pm 1.65$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> в жовтні). В районі дампінгу середня біомаса кормового зоопланктону була меншою, ніж на фонових станціях ( $89.91 \pm 17.93$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> в травні,  $31.72 \pm 2.94$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup> в жовтні).

Кількісні показники мейобентосу в травні 2021 р. в середньому складала  $132541 \pm 59639$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. В зоні побудови каналу, та дампінгу вони були невисокі. В жовтні 2021 р. мейобентос якісно та кількісно був збіднілий, показники його щільності зменшились майже в 6 разів в порівнянні з травнем 2021 р, середня чисельність мейобентосу складала лише  $21317 \pm 8550$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>.

Навесні 2021 р. у пригирловому узмор'ї Дунаю середня чисельність макрозообентосу становила  $830 \pm 222$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса –  $42.706 \pm 14.743$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса кормового компоненту –  $19.906 \pm 6.020$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Восени, в порівнянні з весняним періодом, чисельність донних макробезхребетних збільшилась в 2.7 (до  $2225 \pm 247$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>), біомаса зросла у 1.8 рази (до  $78.971 \pm 14.718$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>), біомаса кормового компоненту зросла у 3.7 (до  $74.664 \pm 13.673$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

У 2021 р. на узмор'ї Дунаю в обидва періоди за чисельністю переважали детритофаги, за біомасою – сестонофаги. При цьому з травня по жовтень чисельність детритофагів зросла у 3.8 (з  $238 \pm 91$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> до  $909 \pm 158$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>), а біомаса – на порядок (з  $0.816 \pm 0.375$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до  $9.753 \pm 2.466$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>), що пов'язано в основному з розвитком в осінній період детритоїдного двостулкового молюску *Abra nitida milachewichi*.

У травні та жовтні 2021 р. найвищі показники біомаси кормового компоненту макрозообентосу зареєстровані в зоні дампінгу, найнижчі – у зоні днопоглиблення. При цьому з весни до осені у зоні днопоглиблення біомаса кормового компоненту зросла у 9.6 разів (з  $1.840 \pm 1.042$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до  $17.581 \pm 5.174$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>), у зоні дампінгу – майже у 2 рази (з  $125.246 \pm 25.469$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до  $242.494 \pm 25.832$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>), на фонових станціях – майже у 3 рази (з  $34.230 \pm 8.116$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до  $97.626 \pm 16.534$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

У 2021 р. в Придунайському районі не відмічена *Mya arenaria*, *Mytilus galloprovincialis* траплялась дуже рідко, що може бути пов'язано присутністю незначної кількості твердих фракцій ґрунту (наприклад черепашок) та значним поширенням мулистих субстратів. Ймовірною причиною зниження чисельності та біомаси двостулкових молюсків може бути гіпоксія, що викликає зниження темпів росту і високу загибель молюсків.

Поселення *Anadara kagoshimensis*, зареєстровані у фоновому районі у травні 2021 р. можна розглядати як стаціонарні, що може свідчити про поліпшення умов існування для цього виду.

У II кварталі 2021 р. у пригирловому узмор'ї р. Дунай біомаса кормового фітопланктону на фонових ділянках моря становила  $252.866 \pm 57.144$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>, в районі днопоглиблення –  $1022.042 \pm 110.729$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>, в районі дампінгу ґрунту –  $96.809 \pm 29.605$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>. Біомаса кормового зоопланктону на фонових ділянках була  $184.120 \pm 45.710$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>, в районі днопоглиблення –  $0.015 \pm 0.005$  мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>, в районі

дампінгу –  $15.410 \pm 4.690$  мг·м<sup>-3</sup>. Біомаса загального кормового зообентосу на фонових станціях становила  $41109.372 \pm 8389.792$  мг·м<sup>-2</sup>, в районі днопоглиблення –  $2093.036 \pm 1156.823$  мг·м<sup>-2</sup>, в районі дампінгу ґрунту –  $126057.537 \pm 25515.024$  мг·м<sup>-2</sup>.

У ІV кварталі 2021 р. у пригирловому узмор'ї р. Дунай біомаса кормового фітопланктону на фонових ділянках була  $24.996 \pm 5.886$  мг·м<sup>-3</sup>, в районі днопоглиблення –  $10.090 \pm 1.681$  мг·м<sup>-3</sup>, в районі дампінгу ґрунту –  $22.669 \pm 5.802$  мг·м<sup>-3</sup>. Біомаса кормового зоопланктону на фонових ділянках склала  $55.070 \pm 8.690$  мг·м<sup>-3</sup>, в районі днопоглиблення –  $5.850 \pm 1.650$  мг·м<sup>-3</sup>, в районі дампінгу –  $31.720 \pm 2.940$  мг·м<sup>-3</sup>. Біомаса загального кормового зообентосу на фонових станціях сягала  $98559.370 \pm 16493.049$  мг·м<sup>-2</sup>, в районі днопоглиблення –  $18415.364 \pm 5736.104$  мг·м<sup>-2</sup>, в районі дампінгу ґрунту –  $242870.587 \pm 25819.944$  мг·м<sup>-2</sup>.

У період з травня по жовтень 2021 р. у регіоні авандельти Дунаю у складі угруповань фітоперифітона було виявлено 15 видів водоростей, з яких на полігоні Усть-Дунайськ – 6 видів у травні та 8 видів у жовтні, а в районі гирла Бистре – 5 видів у травні та 7 видів у жовтні. Для Усть-Дунайська у 2021 році від травня до жовтня спостерігається зменшення кількості зелених водоростей-макрофітів (на 30%), збільшення кількості синьо-зелених водоростей (на 22%) та поява у жовтні червоних водоростей (12%). Для гирла Бистрого від травня до жовтня спостерігається зменшення кількості зелених та червоних водоростей-макрофітів (на 26%), збільшення кількості синьо-зелених водоростей (на 23%) та поява у жовтні діатомових водоростей (30%).

З травня по жовтень 2021 р. в авандельті Дунаю з урахуванням двох моніторингових полігонів екологічна активність видів, що увійшли до флористичного складу угруповань збільшилася в 3 рази та зросла з 221.39 до 632.9 м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>. Закономірно, що при цьому середня біомаса фітоперифітону з травня по жовтень зменшилася з 0.397 до 0.224 кг·м<sup>-2</sup>, у зв'язку з тим, що екологічно більш активні види фітоперифітону, мають менші розміри і відповідно меншу біомасу. Показники ІПФ, які є інтегральним відображенням і екологічної активності рослинності і її продукційної функції, з травня по жовтень 2021 р. зросли з 26.52 до 35.46 од.

Екологічний статус клас авандельти Дунаю на підставі значення морфофункціонального індикатора – середня питома поверхня флористичного складу фітоперифітону (S/Wx) у травні 2021 році, оцінювалася категорією – «Середній» (Moderate). В жовтні 2021 року знизилась до категорії «Поганий» (Bad). В середньому для весіння-осіннього сезону 2021 року, район авандельти Дунаю оцінується категорією «Недостатній» (Poor).

#### 4. Результати іхтіологічного моніторингу (ІМБ)

Іхтіологічні дослідження у 2021 році виконувались у складі комплексного моніторингу при експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай-Чорне море по гирлу Бистре згідно технічного завдання до договору між УКРНДІЕП і ІМБ та «Програми...».

Натурні іхтіологічні дослідження при здійсненні моніторингових робіт проводилися по стандартним методикам гідробіологічних і іхтіологічних досліджень, прийнятих в системі Держрибагентства і НАН України. Дослідження проводилися на низці ділянок пониззі річки Дунай та на ділянках вздовж траси ГСХ “Дунай – Чорне море”.

Іхтіопланктон з мілких суден відбирається іхтіопланктонною сіткою, згідно «Методическому руководству по сбору икринок, личинок и мальков рыб» (Расс, Казанова; 1966). Молодь прохідних видів риб відловлюється за допомогою спеціальних дрібновічкових знарядь лову: малькових тралів, малькових волокуш і дрібновічкових сіток.

Науково-дослідні іхтіологічні лови здійснюються у відповідності з “Методическими указаниями по оценке численности рыб в пресноводных водоемах” (ВНИИПРХ, 1990), Методиці збору і обробки іхтіологічних та гідробіологічних матеріалів (ІРХ, 1998) і виконуються ставними і плавними сітками, ятерами та ін. знаряддями.

Збір іхтіологічного матеріалу може також проводитися з дозволених на водоймах промислових знарядь лову - ставні та плавні сітки, ятери.

Малькова волокуша, трандада, іхтіопланктонні та дрібновічкові дрефтерні сітки використовуються для обліку молоді риб, якій необхідний для оцінки успішності нересту.

Плавні сітки використовують для збору біологічного матеріалу у річці, в т.ч., для оцінки інтенсивності нерестового ходу оселедця. Пасивні знаряддя лову (ставні сітки, ятери) використовують для збору біологічного матеріалу, що необхідний для оцінки основних параметрів популяцій, визначення шляхів міграцій промислових видів риб.

Збір та первинна систематизація біологічного матеріалу проводяться згідно “Руководству по изучению рыб” (Правдин, 1968). Визначається видовий і кількісний склад улову. При кожній зйомці для обробки в лабораторних умовах відбирають не менш 50 екз. кожного виду риб на повний і неповний біологічний аналіз, проби на плодючість, віковий матеріал. Вивчаються такі основні параметри популяцій риб :

- статевий, розмірно-масовий склад;
- харчування і харчові взаємовідносини риб;
- темп росту різних вікових груп;
- стан гонад, плодючість та ефективність нересту;
- динаміка чисельності популяцій промислових видів риб.

*Результати проведених робіт свідчать про наступне.*

У ході науково-дослідних ловів у 2021 р. було зареєстровано наявність 38 видів риб, які належать до 13 сімейств. З них 6 видів, занесених до Червоної книги України (білуга, севрюга, стерлядь, в'язь звичайний, чіп звичайний, йорж

смугастий), та 6 видів вселенців (піленгас, ротань головешка, карась сріблястий, товстолобики строкатий та білий, чебачок амурський).

Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець. Вилов інших видів риби на його тлі є незначним. У 2021 р. вилов оселедця склав 385,8 т, що майже вдвічі більше, ніж у 2020 р., і лише на 48,3 т менше, ніж у рекордному 2010 р.

Одним з найбільш важливих факторів, які визначають чисельність нерестового стада дунайського оселедця є фактор водності річки Дунай та її окремих гирл. Підвищення рівня та збільшення витрат води в період нерестового ходу оселедця, що збігається з весняним паводком, здатне стимулювати захід додаткового числа дорослих особин оселедця з резервної частини популяції.

Скат личинок оселедця в 2021 році був раннім. Початок скату личинок оселедця було зареєстровано 18 квітня. Наприкінці травня середній показник інтенсивності скату зріс на порядок - до 0,692 екз/м<sup>3</sup>. Чисельність личинок, що скочуються, і терміни їх ската визначаються в основному чисельністю плідників оселедця, які зайшли на нерест, і рівнем р. Дунай. Значення показника інтенсивності скату личинок оселедця у 2021 р. у травні було вищим за середнє за останні 12 років, проте нижче, ніж у 2010 та 2018 рр.

Найбільш різноманітним за видовим складом і найбільш чисельним серед промислових видів риби є сімейство корошових, яке представлено в уловах п'ятьма основними видами: сазаном, карасем сріблястим, лящем, рибець, білим товстолобиком. Іхтіологічний матеріал відбирався як з науково-дослідних ловів, так і з промислових уловів.

*Сазан* - представлений різними віковими групами: на ставні та плавні сітки вічком 40-50 мм попадалися чотирьохлітки довжиною від 24,0 до 28,0 см, при середній масі 1400 г. В уловах сіток з вічком 80-100 мм були представлені особини віком 4+ та 5+ довжиною від 29,0 до 38,0 см, при середній масі 1900 г та 3300 г відповідно. Треба відмітити, що в 2021 році сазан зайняв перше місце в промислі за виловом серед корошових видів риби в пониззі Дунаю (39,5 т).

*Срібний карась* - третій за обсягами вилову промисловий об'єкт в р. Дунай (36,1 т в 2021 р.). В ловах він представлений п'ятьма основними віковими групами від двох до шестиліток, середньою масою від 33 до 666 г при довжині 10 см - 28 см.

*Лящ* в науково-дослідних ловах представлений шістьма віковими групами - від цьогорічок до шестиліток. В 2021 р. уловах промислових сіток переважали чотирирічні - п'ятирічні особини довжиною від 24,0 до 31,0 см, при середній масі 328 і 501 г.

На *рибця* в науково-дослідних ловах виставлялися сітки вічком 32 мм, тому в уловах в 2021 р. представлені тільки три вікові групи даного виду: 1+, 2+ і 3+. Середня промислова довжина тріліток склала в вибірці 21,5 см, чотирьохліток - 27,1 см. Середня маса даних вікових груп наступна: 2+ - 158 г, 3+ - 367 г відповідно.

*Товстолобик білий* в 2021 р. в сітках вічком 32-70 мм був представлений віковими групами від 1+ до 4+. Переважали чотирирічні - п'ятирічні особини довжиною від 38,0 до 49,0 см, при середній масі 1329 і 2700 г.

*Судак* є одним з цінних промислових видів у пониззі р. Дунай. Однак частка судака в уловах невелика і складає близько 2%.

Рівень води в період нересту основних промислових груп в річці був досить високим, нерестовища були залити водою на 80-90%. В квітні-травні віднерестилися

основні промислові фітофільні риби, що співпало з помірним рівнем р. Дунай. Температурний режим води в р. Дунай сприяв успішному нересту фітофільних риб. Всього в 2021 році було зареєстровано 96 випадків прилову молоді *осетрових* в різні знаряддя лову: стерлядь - 75, севрюга – 14, білуга - 7. Не було зареєстровано жодного випадку прилову російського осетра.

Показник частоти приловів осетрових риб в розрахунку на одне притонення плавних сіток в 2021 р. (1,10 особини/притонення) був помітно вищим, ніж за 3 попередні роки, але, проте, в 1,7 рази нижче, ніж 2017 р. (2017 – 1,85; 2018 – 0,65; 2019 – 0,35; 2020 – 0,61). У прилові в 2021 році на відміну від минулого 2020 року, знову абсолютно переважала стерлядь – 78,1%. Частка севрюги становила 14,6%, а білуги – 7,3%.

Гідрологічний режим Дунаю в 2021 р. був ближче до середніх багаторічних параметрів, ніж у два попередні роки. Проте поява мігруючої молоді осетрових риб у районі м. Вилкове цього року спостерігалася на два тижні пізніше, ніж зазвичай. Пік міграції *стерляді* та *білуги* припав на другу декаду липня, а пік скату *севрюги* - на серпень. Міграція молоді у 2021 р. закінчилася рано. Після середини вересня цьогорічки осетрових у приловах не відзначалися.

Розробка та дампінг ґрунтів днопоглиблювання, поза сумнівом, чинять вплив на водні екосистеми. В першу чергу змінюється, хоч і короткочасно, якість морської води із-за збільшення у воді вмісту завислих речовин, перехідних з донних відкладень у водне середовище в процесі виїмки і складування ґрунту. Тому основними параметрами стану морського середовища, що змінюються, в процесі днопоглиблення і дампінга є гідрохімічний режим, умови проживання водних організмів і перерозподіл донних відкладень.

З метою зниження негативного впливу на умови відтворення риб доцільно:

- в період заборони на промисел камбали-калкан (травень) і азово-чорноморських кефалей (кінець серпня - початок вересня) днопоглиблення вести на морській частині підхідного каналу, яка прилегла до гирла Бистре (найбільш розпріснена ділянка);
- експлуатацію відвалу вести відповідно до проектних рішень, які спрямовані на рівномірне заповнення підводного відвалу за рекомендованими завантажувальними ділянкам;
- обмежувати обсяги днопоглиблювальних робіт в нерестові періоди, які узгоджені в обґрунтуванні, для кожного конкретного виду, на який здійснюється вплив, мінімально необхідними виробничими величинами, що необхідні для забезпечення безпеки судноплавства;
- зменшення технологічних втрат при днопоглибленні і транспортуванні ґрунту;
- для зниження зони негативної дії днопоглиблювальних робіт, шляхом зменшення зони розповсюдження суспензій, на період несприятливих метеоумов (НМУ) розробка ґрунту припиняється;
- для оцінки реального фактичного впливу робіт їх виконання повинне супроводжуватися спеціалізованими моніторинговими дослідженнями.

З метою оцінки масштабів впливу на умови відтворення та нагулу водних живих ресурсів, можливості проведення днопоглиблювальних робіт у терміни спеціалізованих нерестових заборон на промисел в Чорному морі та р. Дунай зі скидом ґрунтів на морський підводний відвал, розташований у ПЗЧМ, виконано «Попередній розрахунок збитків, що завдаються компонентам навколишнього природного середовища, внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на 2022 р.».

## 5 Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)

Проведення моніторингу рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника (далі ДБЗ) при експлуатації глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море в 2021 році відбувалося відповідно до технічного завдання та Програми.

До складу моніторингу, який проводять співробітники ДБЗ, були включені спостереження за видами, які охороняються різноманітними міжнародними конвенціями та занесені в Червону книгу України.

Значна увага приділялась і видам-вселенцям, в зв'язку з тим, що вони розповсюджуються, в першу чергу, завдяки існуючим транспортним потокам.

Спостереження проводились за станом рослинних угруповань берегової лінії та плавнів, макрзообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів і заток на території ДБЗ, герпетофауною і рідкісною іхтіофауною, теріофауною, а також орнітологічні обстеження у районі ГСХ та на о. Єрмаків.

*Моніторингові роботи на території ДБЗ у 2021 р. свідчать про наступне*

Головними чинниками впливу на **рослинність** заповідника були кліматичні, гідрологічні та антропогенні. Флора Дунайського біосферного заповідника налічує в 2021 році 1571 вид. З флори ДБЗ у Червоній книзі України знаходяться 30 видів, в Європейському Червоному списку - 12 видів рослин, рідкісними та зникаючими серед вищих судинних рослин є 135 видів. До Зеленої книги України занесені 15 угруповань, а понад 40 рослинних угруповань ДБЗ є регіонально рідкісними і потребують спеціальної уваги.

Головними чинниками впливу на рослинність заповідника були кліматичні, гідрологічні та антропогенні.

Особливостями 2021 року були майже повна відсутність снігового покриву взимку, прохолодна весна, велика кількість опадів в січні, червні та грудні, літня спека та посуха з середини липня до жовтня.

Продовжується ерозія берегів уздовж рукаву Бистрий, яка викликає падіння дерев, зникнення уздовж берегових смуг водної рослинності. Висихають верби в прируслових лісах, підріст з типових видів уздовж рукавів Бистрий та Восточний не формується. Через спеку та маловодність на місці мілководних водойм на дельтових островах утворювалися солончаки та солонці.

Вторинна дельта Кілійського гирла на першому місці за кількістю вселенців серед всіх природно-територіальних комплексів ДБЗ. Аналіз спектру життєвих форм показав, що переважають однорічники (19 видів, 69,0%, багато-дворічні трав'янисті видів 4 (13,8%), дерев – 4, кущів – 1. Незважаючи на те, що в регіоні переважають екотопи з ксеротермічними умовами, більш інвазіабільними виявляються зволожені екотопи.

Рослинність влітку на піщаних дюнах слабо розвинена через посуху, а на окремих ділянках практично відсутня, проективне покриття не більше 15-20%. В прируслових лісах уздовж рукаву Бистрий з 93 видів життєву форму трав мають 70 видів (75,3%), ліан - 5, кущів та напівкущів -7, дерев -7. Прируслові ліси збереглися з 1 до 5 кілометру, і починаючи з 8-го. В прирусловому лісі уздовж рукаву Восточний було знайдено 79 видів.

На баровій частині рукаву Бистрий поза трасою каналу продовжується замулення та заростання напівзануреними та зануреними макрофітами. Їх розвитку сприяють інтенсивні процеси замулення, стримують їх шторми та коливання солоності.

В 2021 через посуху та активні процеси дельтоутворення, спостерігалось потужне прискорення сукцесійних процесів в рештках заливу Бистрий. Повністю висохло не менше половини заливу, решта водойми з глибиною біля 0,3 метри щільно заросла рогозами та видами сухих та солоних лук. Це загрожує існуванню цінних рослинних угруповань.

Приморські піщані дюни відмінні найбільш жорсткими умовами для виживання. Там нараховано 96 видів, вселенців 8, і саме в цьому біотопі вони відіграють головну роль стабілізаторів пісків та першопроходьців, заміщаючи аборигенну флору.

Єдиною ділянкою острова Єрмаків, пов'язаною з впливом ГСХ Дунай-Чорне море, залишається карта наміву. Через посуху та перевипас на ділянках наміву відбулися значні зміни. Якщо в попередні роки проективне покриття рослинності сягало 95-100%, то в серпні 2021 року – всього від 40 до 60%. Солонцево-солончакова рослинність, яка існувала тут раніше, поступово відновлює свої позиції.

Головними факторами впливу на *макрозообентос* протягом 2021 року були кліматичні, гідрологічні природного та антропогенного походження. Найпотужнішим антропогенним фактором є перерозподіл водного стоку по всіх рукавах Дунаю.

Через прохолодну дощову погоду літ довгохвостої палінгенії в 2021 році відбувався уривчасто, зі зміщенням строків, маленькими роями. З першої декади липня настала посуха, яка тривала до листопада.

На початку серпня через температуру води в рукавах Старостамбульському, Восточному, Бистрому біля 30°C на поверхні води спостерігалася значна кількість загиблених двостулкових молюсків, переважно китайська беззубка та місцеві уніоніди.

На барі рукаву Восточний уздовж правого берега розростаються мілководдя, де розвивається повітряно-занурена рослинність, що підтверджує тенденцію до зменшення стоку рукаву Восточний.

Відсоток видів-чужинців для бентосних безхребетних складає менше 1%, але їх вплив на екосистемні процеси може бути досить значним.

Видів безхребетних, занесених до Європейського Червоного списку (1991), на території ДБЗ 14, до Бернської конвенції – 10, до Червоної книги України - 26, до Регіонального охоронного списку – 24. Загалом на території ДБЗ знаходиться під охороною різного рівня 42 види безхребетних гідробіонтів, які належать до макрозообентосу.

Середня за рік чисельність та біомаса макрозообентосу на барі Бистрого - 674 екз./м<sup>2</sup>, біомаса 11,44 г/м<sup>2</sup>, що відповідає середнім показникам за роки досліджень, але зовсім не було ракоподібних, типових для естуарної зони.

В рукаві Восточному чисельність макрозообентосу становила 889 екз./м<sup>2</sup>, а біомаса 7,700 г/м<sup>2</sup>. В рукаві Старостамбульському, перед Бистрим ,середня по всіх пробах чисельність донних тварин становила 944 екз./м<sup>2</sup>, біомаса 29,906 г/м<sup>2</sup>. Ці показники є високими для макрозообентосу та відповідають середнім багаторічним в рукаві Старостамбульському.



Середня за рік чисельність та біомаса макрозообентосу на барі Восточного - 652 екз./м<sup>2</sup>, біомаса 1,2 г/м<sup>2</sup> (середня чисельність за роки спостережень – 2090 екз./м<sup>2</sup>, біомаса – 18,355 г/м<sup>2</sup>). Чисельність зменшилась в три рази, біомаса - в 15 разів.

Спостерігається повна відсутність макробентосних тварин в донних пробах в Ананькіному куті влітку та восени, що є свідченням його критичного стану. При нормальному стані зарослої водойми співвідношення між чисельностями/біомасами донних та фітофільних безхребетних складає 1-1,5.

В 2021 році чисельність та розповсюдження рідкісної *іхтіофауни* в районі ГСХ «Дунай-Чорне море» загалом були звичайними для останніх років. Протягом 2021 року не спостерігалось істотного впливу експлуатації ГСХ на представників рідкісної іхтіофауни в районі досліджень. Не відмічене також впливу наслідків, безпосередньо, самого судноплавства (забруднення, хвилебійних явищ та ін.).

Серед червонокнижних видів риб відмічався великий прилов молоді севрюги довжиною 50-75 см як в плавні, так і в ставні сітки, інколи до 8-12 штук на 1 лаву сіток. Севрюга довжиною 10-12 см відмічалась і серед цьоголітків осетрових, які скочувались в результаті нересту вже 2021 року, успішності якого сприяла велика водність Дунаю. Такий великий прилов севрюги в самих різних місцях дельти свідчить про врожайні покоління цього виду та покращення стану популяції.

Восени незвичайно високим був прилов стерляді на плавних тонях в районі м. Кілії, довжина особин коливалась від 12 до 54 см, що теж свідчить про покращення стану популяції цього виду.

Роботи, проведені протягом 2021 р. в рамках програми моніторингу підтвердили попередні дослідження видового складу *герпето- та батрахофауни* ДБЗ. Розмноження видів батрахофауни у 2021 р. пройшло успішно, не зважаючи на відсутність протягом року значного водопілля р. Дунай. Чисельність амфібій та плазунів у 2021 р. в цілому не змінилася та залишилася в межах попередніх років. В ході досліджень, що проводились в приморській частині о-вів Кубанський і Стамбульський в районі г. Бистре р. Дунай, а також на піщаній косі Пташина, та о. Єрмаків, істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море на стан популяції земноводних і плазунів фауни ДБЗ виявлено не було.

В 2021 році видовий склад фауни *птахів* ДБЗ змінився і становить **303** види. До складу фауни був включений фламінго рожевий *Phoenicopterus roseus*. Станом на кінець 2021 р. в районі ГСХ видовий склад також змінився. За весь час моніторингу на цій території відмічено 279 видів птахів, з яких 237 видів є пролітними, 16 – кочовими, 4 – інвазійними, 143 – зимуючими, 9 – залітними, 2 – інтродукованими, 88 – гніздуючими, 72 – перелітними, 55 – літуючими та 28 є осілими.

На чисельність та видовий склад зимуючих птахів в осінньо-зимовий період 2020-2021 рр. вплинув першочергово температурний режим. Враховуючи погодні умови в регіоні досліджень поява та переміщення мігруючих видів вкладалися в стандартні строки багаторічних даних фенологічних спостережень, але деякі зимуючі види через теплу погоду не сформували традиційних масових скупчень. Через досить теплий осінньо-зимовий період відмічалася затримка окремих особин ранніх мігрантів на території Північно-Західного Причорномор'я. В третій декаді 2021 р. в регіоні вдалося відмітити цілий ряд «теплолюбивих» видів: коровайку *Plegadis falcinellus* (перша реєстрація виду на зимівлі в Придунайському регіоні України); чаплю жовту *Ardeola ralloides* (друга реєстрація виду на зимівлі в межах України); чепуру малу *Egretta garzetta*; чоботаря *Recurvirostra avosetta*; коловодника звичайного *Tringa totanus*; 1 ос. підорлика великого *Aquila clanga* (друга достовірна реєстрація виду на зимівлі в межах Придунайського регіону

України); крячка білокрилого *Chlidonias leucopterus*; крячка білощокого *Chlidonias hybrida* та ін.

Вже кілька років поспіль на о. Єрмаків в зимовий період відмічені суттєві скупчення припутня *Columba palumbus*, переважно в західній його частині, які становлять до 15-20 тис. ос. В другій та третій декаді лютого відмічена масова загибель зазначених видів голубів як на території острова так і на прилеглих ділянках, включаючи й румунську частину дельти. Проведений аналіз спеціалістами Держпродспоживслужби м. Кілія не виявив слідів отруєння чи інфекційного захворювання, основна версія загибелі – виснаження в результаті голоду. Можливо снігові циклони та хуртовини в лютому стали причиною погіршення умов для харчування такої концентрації птахів. Експлуатація ГСХ на цей випадок загибелі птахів не мала ніякого впливу.

Як і в минулі роки, в 2021 р. гідрологічний режим та штормові явища мали прямий вплив на видовий склад та чисельність птахів водно-болотного комплексу. В першу чергу цей чинник впливає на наземногніздуючі види птахів, які використовують переважно для гніздування коси приморської частини дельти.

Коса Нова Земля, як і в останні роки, відіграла ключову роль для гніздування наземногніздуючих видів. На зазначеній території в 2021 р. було відмічено близько 1300 пар мартина жовтоногого та 200 пар мартина каспійського. Переважна кількість пар знаходилася на румунській частині коси. Також на косі на гніздуванні був відмічений кулик-сорока *Haematopus ostralegus*, пісочник малий *Charadrius dubius*, крячок річковий *Sterna hirundo*. Серед хижаків, що могли вплинути на гніздування окремих пар наземногніздуючих видів птахів, були виявлені лише сліди пацюка сірого *Rattus norvegicus* та єнотоподібного собаки *Nyctereutes procyonoides*, але чисельність обох видів була невисокою.

Колоніальне поселення чапель, яке було вперше виявлене на лівому березі Соломонівого рукава в 2020 р., вдалося детально дослідити в 2021 р.. Домінуючими видами в колонії були квак *Nycticorax nycticorax*, чепура мала *Egretta garzetta*. Окрім того в колонії трималася 1 пара баклана малого *Phalacrocorax pygmeus* та 2-3 пари чаплі єгипетської *Bubulcus ibis*.. Зазначений випадок гніздування чаплі єгипетської є досить цікавим, адже це фактично може бути другим випадком гніздування виду в Україні.

В околицях о. Єрмаків було знайдене гніздо рідкісного виду – сипухи *Tyto alba*. Це другий доведений випадок гніздування виду в межах Придунайського регіону України.

Прямого впливу ГСХ по гирлу Бистре на характер міграцій у весняний та осінній періоди 2021 р. не виявлено.

Результати моніторингу **теріофауни** ДБЗ у районі ГСХ Дунай-Чорне море протягом 2021 р. підтвердили дані, щодо видового складу та чисельності наявних тут видів ссавців. Зареєстровано високу чисельність дрібних ссавців та значне сезонне збільшення чисельності видри річкової.

У 2021 р. вперше за весь період моніторингу теріофауни в районі ГСХ Дунай-Чорне море виявлено вид Червоної книги України – рясоніжку (кутору) малу.

Вперше за весь період моніторингу зареєстровано розмноження борсука європейського на о. Єрмаків, а також відмічено зростання чисельності та розселення виду в приморській частині дельти.

Отримані цінні дані щодо живлення шакала в приморській частині дельти Дунаю, зокрема харчування виду медузою корнерот.

Під час досліджень істотного прямого впливу ГСХ Дунай-Чорне море на теріофауну ДБЗ виявлено не було.

## **6. Аналіз динаміки руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря за матеріалами космічних зйомок**

### *Підбір космічних знімків.*

З 45 зображень КА Landsat-8 (що є у доступі за 2021 рік) у базу даних для подальшої обробки відібрано 16 знімків за такі дати:

10.02.2021 р., 17.02.2021 р., 26.02.2021 р., 05.03.2021 р., 22.04.2021 р., 24.05.2021 р., 09.06.2021 р., 25.06.2021 р., 20.07.2021 р., 27.07.2021 р., 05.08.2021 р., 12.08.2021 р., 21.08.2021 р., 13.09.2021 р., 24.10.2021 р., 02.12.2021 р.

### *Динаміка берегових ліній*

Аналіз супутникових зображень дозволив дослідити просторово-часові зміни берегової лінії. Для аналізу використовувалася комбінація далекого, середнього та ближнього інфрачервоних каналів яка вирівнює фототон водної поверхні та робить її більш контрастною по відношенню до поверхні суходолу.

Як і у попередні роки для порівняльного візуального аналізу знімків виділені ділянки, де відбувалися найбільш суттєві зміни берегової лінії: затока Таранів, острів Пташиний, острови Нова Земля.

#### *Затока Таранів*

За період спостережень 2013-2019 років району затоки Таранів конфігурація оточуючих затоку кіс помітно змінювалася. У 2020 і 2021 роках весняного розмиву кіс не спостерігалось (на відміну від попередніх років), лише наприкінці осені 2020 року на північ від гирла Прорва спостерігалось незначне здовження західного крила коси та її потовщення. У 2021 році також наприкінці року відбуваються помітні зміни – коса, що відділяє затоку Таранів від Чорного моря, збільшується (рис. 6.1).

#### *Острів Пташиний*

З 2014 року спостерігалися процеси, що активно нарощували острів. Вони дещо уповільнилися у 2015-2016 році, контури острова суттєво не змінювалися. У 2017 році спостерігалися коливання площі внутрішнього берегового простору проміж островом та берегом, а у серпні південна частина острова змикається з берегом. У 2018 році острів перетворився на півострів і перебуває у цьому стані до теперішнього часу (рис.6.2).

У 2021 році, як і у 2019-2020 роках суттєвих змін у конфігурації берегів острову (півострову) Пташиний не відбувалося (рис. 6.2). Навіть навесні південна частина острова змикається з берегом – коливання площі внутрішнього берегового простору проміж островом та берегом мінімальні.

#### *Острів Нова Земля*

За період спостережень 2010-2019 років конфігурація берегів островів Нова Земля була досить нестабільна і змінювалася у розмірах переважно в широтному напрямку.

У порівнянні з періодом 2010 - 2013 рр., в який острови були розрізнені, у 2014 році острови практично з'єднані в єдину структуру, яка продовжує міцніти, акумулюючи наноси. Процеси, що активно нарощували у 2014 році вздовж берегові структури острова і коси уповільнилися у 2015-2016 році, контури Нової Землі суттєво не змінювалися. У 2017-18 рр. зберігалася багаторічна тенденція розмиву у першу половину року та збільшення конфігурації у другій половині року. У 2019-2021 роках структура островів Нова Земля майже не змінювалася.

У 2021 році конфігурація берегів островів Нова Земля була майже незмінною без певних тенденцій сезонних змін (рис. 6.3). У грудні спостерігається невелике збільшення суходолу на північному кінці острова. В липні-вересні 2021 р. в акваторії між гирлами Старостамбульське і Мусура фіксується активний розвиток гідрофітного ценозу.

У 2020-21 рр. берегова лінія в районі Української частини дельти Дунаю була найбільш стабільною за всі роки спостережень. Сезонні розмиви та накопичення осадів були мінімальними, а на деяких ділянках і зовсім не фіксувалися.

Таким чином, просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла у 2021 році зазнавали мінімального сезонного коливання за весь період спостережень зі збереженням загальної форми структурних елементів.

Для аналізу динаміки берегової смуги та розподілу завислих речовин у дельті Дунаю у 2021 р. створена база даних космічних знімків, проведена їхня обробка та дешифрування. Аналіз космічних знімків за 2021 рік показав наявність змін в дельтоутворенні р. Дунай за рахунок процесів акумуляції та розмиву.

За період спостережень району затоки Таранів конфігурація оточуючих затоку кіс у 2021 році, як і у попередні роки змінювалася, весняного розмиву кіс не спостерігалось, коливання берегової лінії були мінімальними.

Істотних змін у конфігурації берегів острова (півострову) Пташиний не відбувалося.

Структура та площа островів Нова Земля у 2021 році майже не змінилася.

Просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла у 2021 році зазнавали мінімального сезонного коливання за весь період спостережень зі збереженням загальної форми структурних елементів.

Візуальний та розрахунковий аналіз розподілу завислих речовин західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай показав наступну динаміку:

- загальний напрям виносу зважених речовин південний та південно-східний, в окремі періоди берегова течія та вітропотік зносить їх у північно-східному напрямку;
- максимальні концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старостамбульське спостерігалися 26 лютого і 5 березня, мінімальні – 20 липня, 21 серпня та 2 грудня;
- у зоні дампінгу аномалій фототону, пов'язаних з відвалом ґрунту, не спостерігається, за виключенням 5 серпня, де на знімку присутній відірваний струмінь зважених речовин в межах периметру зони, але причиною цього найбільш ймовірно є зміна напрямку виносу з гирла Бистрого.



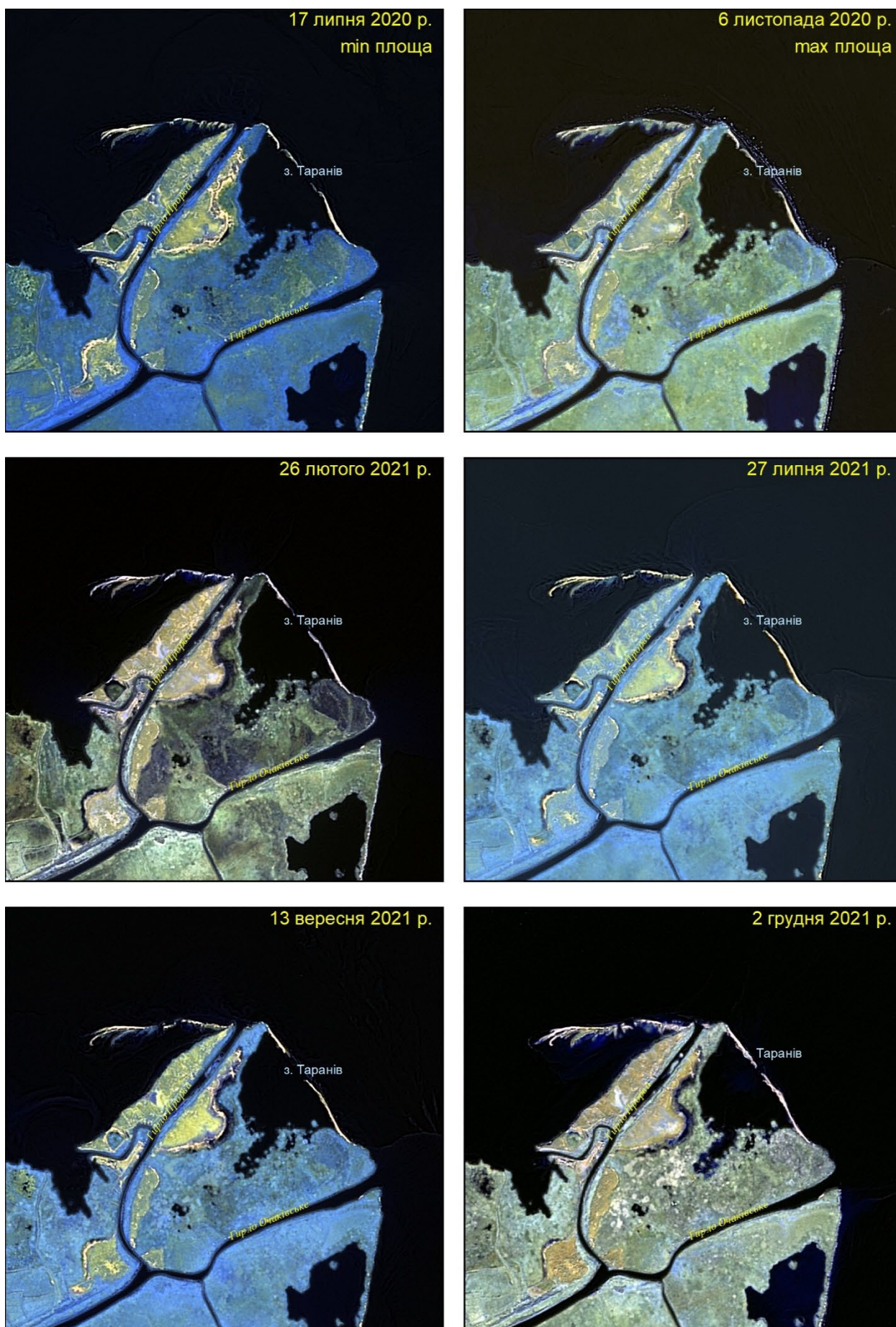


Рис.6.1. Зміна берегової лінії та кіс в районі затоки Таранів



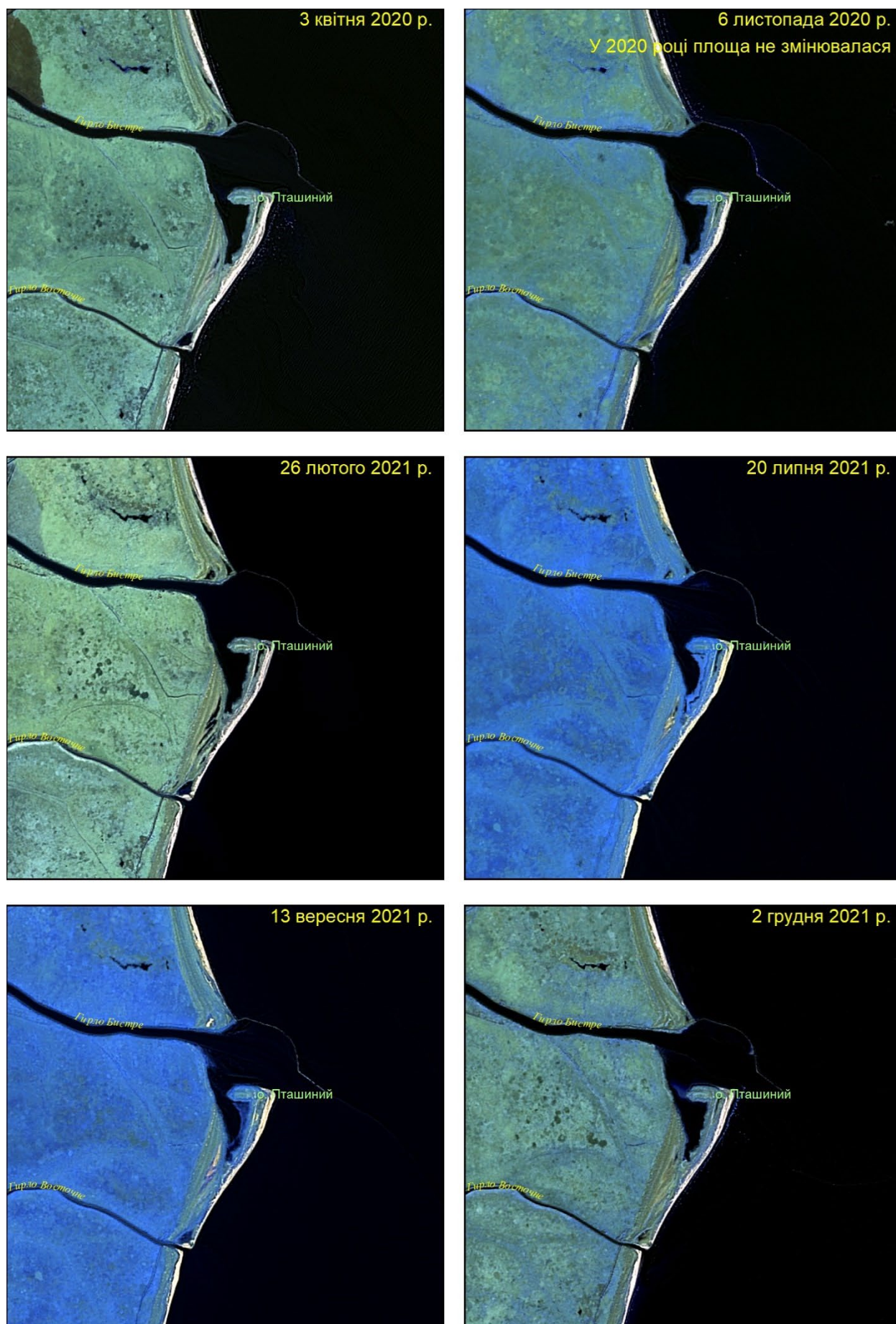


Рис. 6.2. Зміна конфігурації берегів острова Пташиний

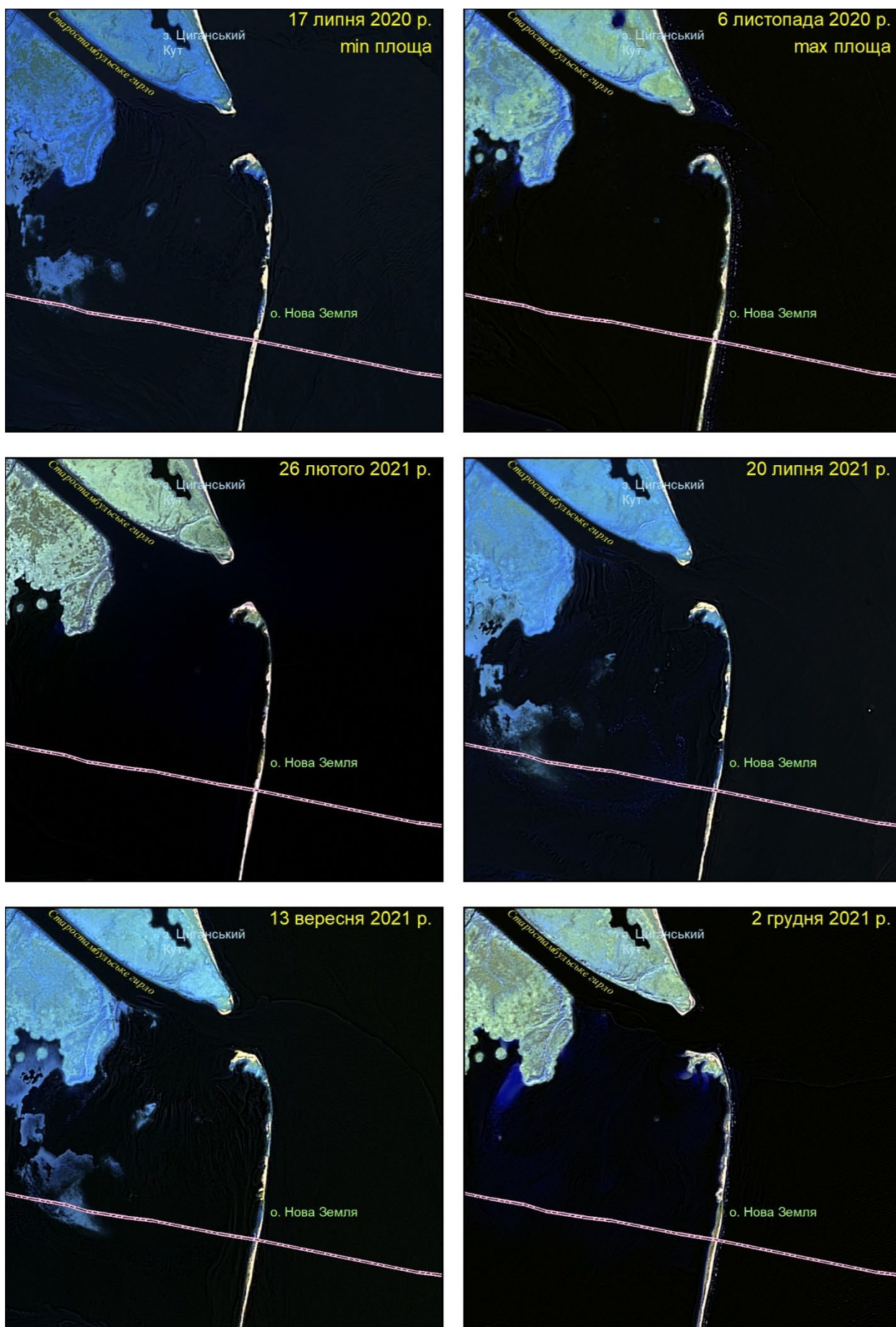


Рис. 6.3. Зміна конфігурації берегів острова Нова Земля



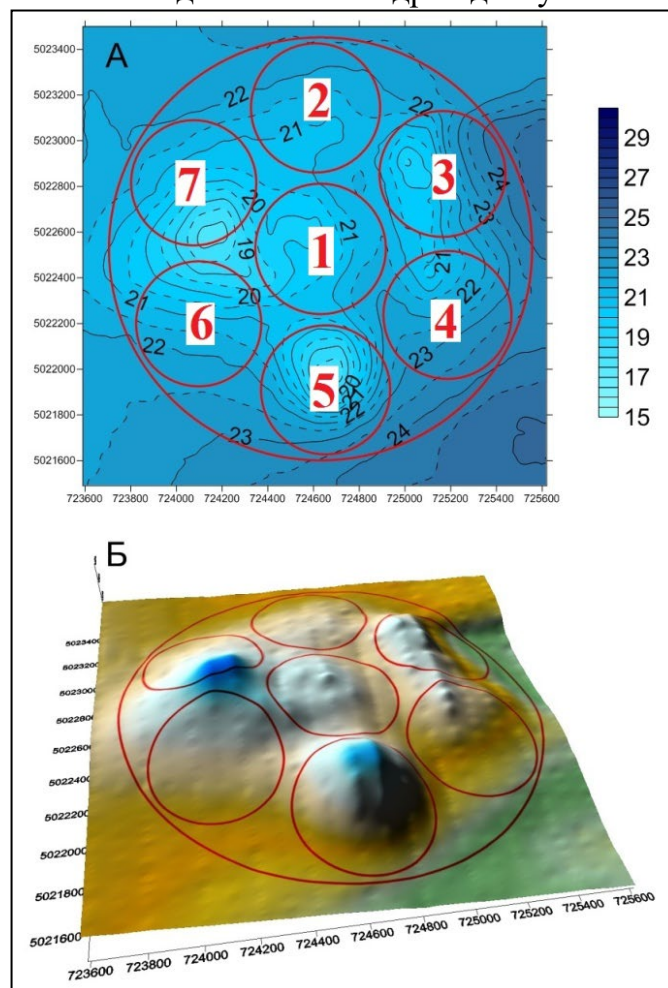
## 7. Моніторинг морського гідровідвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море (ЧорноморНДПроект)

Обчислення статистичних характеристик розподілу глибин та об'ємів залишкової ґрунтомісткості виконано за результатами промірних робіт від 26.05.2021р. Промір виконаний цифровим однопроменевим ехолотом "HydroBox" з визначенням координат GNSS приймачем NovAtel OEM615. Відстань між промірними профілями 100 м, між глибинами - 5 м.

Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу за нормативними розрахунками станом на момент виконання проміру 26.05.2021 р. дорівнювала 6613439,0 м<sup>3</sup>.

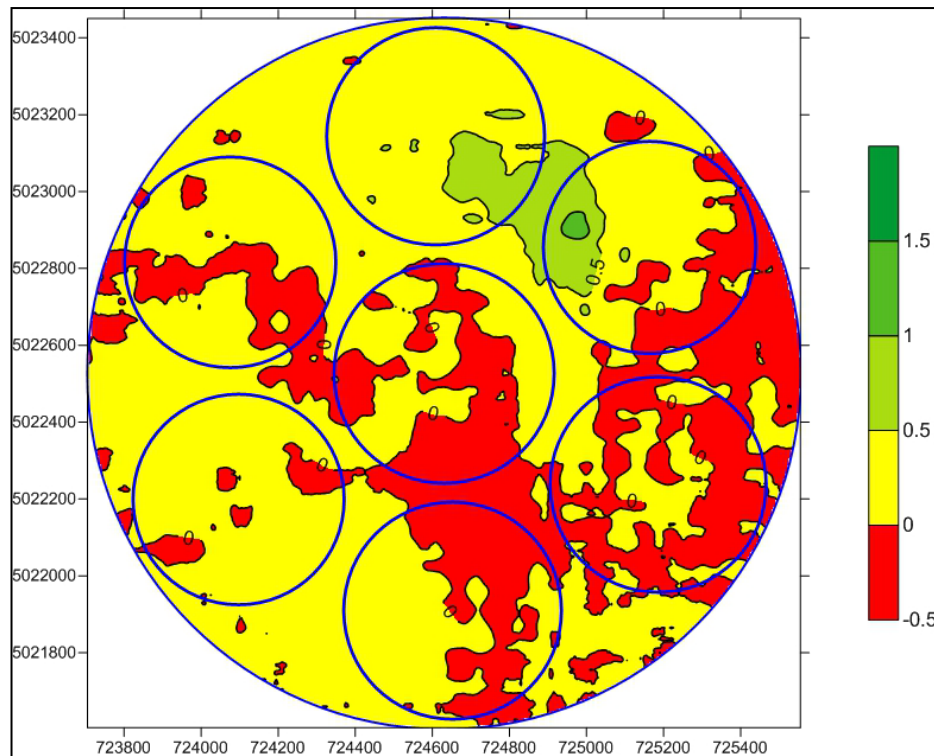
Після виконання проміру на акваторію морського гідровідвалу у продовж кінця 2-го та у 3-му і 4-му кварталах було складовано ґрунти експлуатаційного днопоглиблення. Станом на початок 2022 року розрахункова залишкова ґрунтомісткість морського гідровідвалу ґрунту складає 6461740, 0 м<sup>3</sup>.

Співставлення цифрових моделей рельєфу дна (ЦМРД), побудованих за результатами промірів від 10.04.2020 р. і від 26.05.2021 р. (рис. 7.1), дозволило простежити зміни рельєфу на всій площі гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення. На рисунку 7.2 видно, що від'ємні деформації рельєфу дна спостерігаються в межах сформованих підвищень дна переважно в центральній і східній частині гідровідвалу. Від'ємні деформації досягають -0,5 м. Позитивні деформації до +1,3 м спостерігаються в північно-східній частині гідровідвалу.



**Рис. 7.1.** Співставленні ЦМР дна (А), різниця позначок глибин (Б) за даними проміру 10.04.2020 р. і 26.05.2021 р.





**Рис. 7.2.** Деформації рельєфу дна гідровідвалу між промірами від 10.04.2020 р. та від 26.05.2021 р.

Позитивні деформації дна простежуються на 1913057 м<sup>2</sup> дна гідровідвалу – 72 % загальної площі, від'ємні на площі 762867 м<sup>2</sup> – 28 % площі. Зараз на розвиток рельєфу дна гідровідвалу ГСХ впливає переважно складування ґрунтів днопоглиблення та їх перерозподіл по поверхні гідровідвалу. Цей процес супроводжується зменшенням глибин, залишкової ґрунтомісткості та переважанням позитивних деформацій дна. Ущільнення гідророзрихлених ґрунтів днопоглиблення супроводжується від'ємними деформаціями рельєфу. Вони простежуються на обмеженій площі гідровідвалу та притаманні сформованим раніше узвищенням. Від'ємні деформації в незначній мірі компенсують зменшення залишкової ґрунтомісткості в часі.

Результати комплексних моніторингових досліджень 2021 року та останніх років свідчать, що гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні умови української ділянки р. Дунай значно не відрізнялись від багаторічних показників. Аналіз розподілу зважених речовин західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай показав відсутність транскордонного впливу робіт – вплив мав обмежений локалізований ділянками робіт характер.

## ВИСНОВКИ

Програма комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море за 2021 рік виконана у повному обсязі за всіма напрямками.

За результатами гідрологічного моніторингу можна відмітити наступне.

2021 рік був помірно теплим та вологим. Середня річна температура повітря склала 11,9°C, що перевищує середнє багаторічне значення на 0,2°. Сума опадів за рік склала 468,0 мм — це відповідає 104% від багаторічної норми.

Середній річний рівень води у 2021 році у вершині дельти Дунаю був нижчим за середньобагаторічний. Максимальні рівні води були зафіксовані у другій половині лютого, небезпечних позначок не досягли. На постах розташованих в морській Кілійській дельті на коливання рівнів води протягом року мають вплив згінно-нагінні явища, середні місячні та річні рівні води були вищими за середні багаторічні значення.

В Чорне море за 2021 рік поступило з Дунаю 192 куб. км води, що відповідає середній витраті води 6080 куб. м/с. Максимальні середньодобові витрати води у вершині дельти Дунаю (10900 куб. м/с) спостерігались у лютому, на піку зимового паводку, мінімальні (2820 куб. м/с) — у листопаді.

Середня витрата води рукава Бистрого склала 1140 куб.м/с. Таким чином, через рукав Бистрий у море було винесено 36,0 куб. км води, або 18,8% загального припливу у дельту на замикаючому створі Дунаю.

Стік завислих наносів Дунаю за 2021 рік склав 14,7 млн. тон, з яких 2,75 млн. тон, або 18,7% від загальної кількості пройшло по рукаву Бистрому.

Гідрохімічний режим р. Дунай залежить в основному від змін гідрологічних факторів: водності, температури води та кількості завислих речовин. Значні швидкості течії та турбулентність потоку сприяють однорідності хімічних показників та їх відносно обмеженій амплітуді.

За екологічною оцінкою води української ділянки дельти Дунаю відповідали: за середніми рівнями показників 2 категорії з переходом у 3 (чисті з переходом у достатньо чисті); за середніми з найгірших рівнів показників 4 категорії (слабко забруднені).

За класифікацією TNMN: 1 класу якості відповідали середні величини рН, БСК<sub>5</sub>, перманганатної окислюваності, вмісту розчиненого кисню, амонійного азоту, фосфатів і хрому; 2 класу якості відповідали середні величини ХСК, вмісту нітритного й нітратного азоту.

Господарсько-побутові й рибогосподарські ГДК перевищував середній рівень концентрації фенолів (1,48 ГДК); найгірший рівень за цим показником становив (4 ГДК).

Господарсько-побутові ГДК перевищували найгірші рівні показників вмісту органічних речовин за ХСК та БСК<sub>5</sub>.

Рибогосподарські ГДК перевищували найгірші рівні показників вмісту органічних речовин за БСК<sub>5</sub>, концентрацій азоту нітритного й магнію. На рівні ГДК були максимальні концентрації нафтопродуктів.

Узагальнюючи матеріали досліджень 2021 року можна зазначити, що загалом суттєвих порушень в стані екосистеми р. Дунай за гідробіологічними показниками не виявлено.

У травні та жовтні 2021 р. за програмою моніторингу суднового ходу на узбережжі Дунаю були виконані експедиції ІМБ. Проведено комплекс гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних робіт, проведено гранулометричний аналіз ґрунту, оцінено рівень його забруднення. Обчислені значення біомаси кормових компонентів фітопланктону, зоопланктону та зообентосу для розрахунку екологічних збитків. За даними фітоперифітону надана оцінка змін якості морських вод за Європейськими принципами.

На території ДБЗ в рамках комплексного екологічного моніторингу проводились спостереження за станом рослинних угруповань берегової лінії та плавнів, макрозообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів і заток, герпетофауною і рідкісною іхтіофауною, а також орнітологічні і теріологічні обстеження у районі ГСХ та на

о. Єрмаків. Під час моніторингу була приділена окрема увага видам, які охороняються різноманітними міжнародними конвенціями та занесені до Червоної книги України. Значна увага приділялась і видам-вселенцям, в зв'язку з тим, що вони розповсюджуються, в першу чергу, завдяки існуючим транспортним потокам та становлять значну загрозу аборигенним видам.

Протягом 2021 року не спостерігалось істотного впливу експлуатації ГСХ Дунай - Чорне море на рослинні та тваринні угруповання в районі досліджень. Не відмічено також впливу наслідків, безпосередньо, самого судноплавства (забруднення, хвилебійних явищ та ін.). Розвиток флори та фауни заповідника обумовлювався, головним чином, гідрометеорологічними особливостями року.

Найбільшим негативним впливом на природні екосистеми ДБЗ є зниження водного стоку Кілійського гирла Дунаю із-за його перерозподілу на користь румунських гирл.

Роботи з іхтіологічного моніторингу показали, що:

- у 2021 році вилов склав 521,6 тон, що майже на 35 % більше улову 2020 року за той же період часу, і приблизно на рівні 2019 р. Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець. У 2021р. вилов оселедця склав 385,8 т, що майже вдвічі більше, ніж у 2020 р., і лише на 48,3 т менше, ніж у рекордному 2010 р.;

- прямий вплив розробок ґрунту і дампінга на іхтіофауну відносно невеликий, якщо дані роботи не проводяться в місцях нересту риб в нерестовий період. Для мінімізації негативного впливу робіт на іхтіофауну доцільно знижувати об'єми днопоглиблювальних робіт під час спеціалізованої державної заборони на лов риби до об'ємів, необхідних для забезпечення безпеки судноплавства.

Результати комплексних моніторингових досліджень останніх років свідчать, що гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні та рибогосподарські умови української ділянки р. Дунай значно не відрізнялись від багаторічних показників. Дослідженнями минулих років підтверджено відсутність регіонального впливу морського підхідного каналу, річкової частини ГСХ та морського підводного відвалу у частині зміни умов рибогосподарського використання акваторій. Враховуючи вищевикладене, можливо прогнозувати відсутність значного транскордонного впливу робіт.

Аналіз космічних знімків за 2021 рік показав наявність змін в дельтоутворенні р. Дунай за рахунок процесів акумуляції та розмиву.

За період спостережень району затоки Таранів конфігурація оточуючих затоку кіс у 2021 році, як і у попередні роки змінювалася, весняного розмиву кіс не спостерігалось, коливання берегової лінії були мінімальними. Істотних змін у конфігурації берегів острова Пташиний не відбувалося. Структура та площа островів Нова Земля у 2021 році майже не змінилася. Просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла у 2021 році зазнавали мінімального сезонного коливання за весь період спостережень зі збереженням загальної форми структурних елементів.

Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу станом на 01.01.2022 року, з урахуванням складованих після проміру 26.05.2021 р. ґрунтів, складає 6461740,0 м<sup>3</sup>.

На підставі даних натурних спостережень, що виконані у рамках моніторингу довкілля на ділянках проведення гідротехнічних робіт на морському підхідному каналі і гідровідвалі, проведено розрахунки компенсаційних платежів.

У 2021 році величини компенсаційних платежів склали: за забруднення водного середовища – 94582,81 грн., за негативний вплив на рибні ресурси – 307430,03 грн.; в цілому за рік – 402012,84 грн.

В цілому, за результатами моніторингових спостережень у 2021 році не виявлено суттєвих впливів експлуатації ГСХ «Дунай – Чорне море» та робіт з підтримки паспортних характеристик морського підхідного каналу, впливу морського відвалу ґрунтів, розробки та складування донних відкладів на довкілля української частини дельти р Дунай, а також транскордонного впливу на суміжні території. Зміни, що відмічаються у стані екосистеми дельти Дунаю, обумовлені, головним чином, традиційним комплексом факторів природного та господарського впливу; розвиток рослинних та тваринних угруповань дельти у звітному періоді був переважно пов'язаний з кліматичними та сезонними гідрологічними змінами.

УДК 504.064.3:282.243.7

**Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-  
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ» (УКРНДІЕП)**

**61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6;  
тел./факс (057) 702-15-92; E-mail: directoriiер@gmail.com**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Перший заступник директора  
з наукової роботи**

\_\_\_\_\_ **Васенко О.Г.**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2023 р.**

**АНОТОВАНИЙ ЗВЕДЕНИЙ ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

«Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2021-2023 роках. Район Морського підхідного каналу»

Договір № 1470/1.1/97-В-ФДЛ-21 від 22.04.2021 р.

**IV етап**

*(Анотований зведений звіт за II півріччя 2022 р. з обґрунтуванням подальшого використання звалища ґрунтів днопоглиблення)*

Відповідальний виконавець

О.Ю. Ієвлева

## ЗМІСТ

Вступ	3
1. Гідрологічні та гідрохімічні дослідження р. Дунай	5
2. Гідробіологічні дослідження	17
3. Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина)	33
4. Іхтіологічний моніторинг при експлуатації суднового ходу Дунай-Чорне море	46
5. Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника	56
6. Аналіз динаміки руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря за матеріалами космічних зйомок	64
7. Моніторинг морського гідровідвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море	80
Заключення	82
Додатки	86

## ВСТУП

Внаслідок військової агресії російської федерації проти України, що стало підставою для введення воєнного стану, а також внаслідок активних бойових дій в місцях проведення моніторингових робіт та офіційній забороні на роботу в місцях проведення днопоглиблення та суміжних акваторіях переднього (морського) краю Кілійської дельти Дунаю, строки дії договору № 1470/1.1/97-В-ФДЛ-21 від 22.04.2021 р. були подовжені додатковою угодою №2 від 14.12.2022 р. на IV квартал 2022 року та I і II квартали 2023 року. Роботи проводились згідно оновленого технічного завдання та календарного плану робіт.

До виконання робіт головним виконавцем (УКРНДІЕП Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України) були залучені наступні організації: Дунайська гідрометеообсерваторія (ДГМО), Державне підприємство «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ», Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) НАНУ, Державна установа «Інститут морської біології НАН України» (ІМБ), Інститут гідробіології Національної академії наук України (ІГБ).

Згідно Програми проведені експедиційні обстеження руслової української частини р. Дунай. Під час наукових експедицій та на стаціонарних гідрологічних постах виконано спостереження за гідрологічними характеристиками водотоків дельти.

З початку 2022 року спостереження за рівнем і температурою води, за льодовими явищами проводились на одинадцяти стаціонарних постах щоденно. Крім того, на п'яти з них велися спостереження за стоком завислих наносів. Далі, внаслідок військової агресії Російської федерації проти України, що стало підставою введення воєнного стану, заборони доступу до станцій та постів на узмор'ї Дунаю, спостереження велись на сіми стаціонарних постах, а за стоком завислих наносів — на трьох. Починаючи з березня були тимчасово закриті: морська гідрометеорологічна станція Усть-Дунайськ, гідрологічні пости Бистрий, Велике та Прорва.

Гідрохімічний моніторинг на українській ділянці р. Дунай в січні-лютому проводився на 17 станціях від гирла річки Прут до рукава Бистрого. З початку війни, в березні проби води були відібрані на 8 станціях, а в період квітень-грудень гідрохімічний моніторинг проводився на 15 станціях (за винятком рукава Бистрий) з наступним лабораторним визначенням 27 фізичних та хімічних показників дунайської води.

Гідробіологічні дослідження р. Дунай у другому півріччі 2022 р. виконували фахівці УКРНДІЕП та ІГБ. Дослідження включали відбір та обробку проб фіто- та зоопланктону, води та донних відкладів для вивчення сезонного стану біологічних угруповань, вмісту фотосинтетичних пігментів мікродоростей фітопланктону і донних відкладень.

Виконано оцінку впливу у 4 кварталі днопоглиблювальних робіт на водне середовище та іхтіофауну; проведені щоквартальні розрахунки компенсаційних платежів (ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ, ІМБ).

На території ДБЗ в рамках комплексного екологічного моніторингу проводились спостереження за станом рослинних угруповань берегової лінії та плавнів, макрзообентосом прісноводних і солонувато-водних кутів і заток, герпетофауною і рідкісною іхтіофауною, а також орнітологічні і теріологічні обстеження у районі ГСХ та на о. Єрмаків.

Проведено оцінку залишкової ґрунтомісткості гідровідвалу та можливості подальшого його використання під час виконання днопоглиблювальних робіт на морській частині ГСХ “р. Дунай – Чорне море”, рекомендовані заходи з подальшої експлуатації гідровідвалу та мінімізації впливу гідротехнічних робіт на водне середовище (ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ).

Проводились дослідження екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням засобів дистанційного моніторингу. Аналіз космічних зйомок дозволяє оцінювати динаміку руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря у сезонному та багаторічному аспекті.

Анотований зведений звіт містить відомості про виконання програми робіт у другому півріччі 2022 р. та результати досліджень. Оскільки специфіка окремих видів досліджень обумовлює виконання робіт у два етапи (польові експедиційні дослідження зі збором первинних матеріалів та їх наступна камеральна обробка і аналіз), деякі матеріали знаходяться у стадії опрацювання і будуть надані у наступному звіті.

## 1. Гідрологічні та гідрохімічні дослідження р. Дунай.

Дунайська гідрометобсерваторія виконала IV етап робіт, передбачених додатковою угодою №2 до договору № 10 від 02 серпня 2021 р. про надання послуг у сфері охорони довкілля за ДК 021:2015-90700000-4, Лот №1 “Проведення гідрологічного та гідрохімічного моніторингу на українській частині дельти Дунаю в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море” у 2022 році.

З початку 2022 року спостереження за рівнем і температурою води, за льодовими явищами проводились на одинадцяти стаціонарних постах щоденно. Крім того, на п'яти з них велися спостереження за стоком завислих наносів. Далі, внаслідок військової агресії Російської федерації проти України, що стало підставою введення воєнного стану, заборони доступу до станцій та постів на узмор'ї Дунаю, спостереження велись на семи стаціонарних постах, а за стоком завислих наносів — на трьох. Починаючи з березня були тимчасово закриті: морська гідрометеорологічна станція Усть-Дунайськ, гідрологічні пости Бистрий, Велике та Прорва.

Гідрохімічний моніторинг на українській ділянці р. Дунай в січні-лютому проводився на 17 станціях від гирла річки Прут до рукава Бистрого. З початку війни, в березні проби води були відібрані на 8 станціях, а в період квітень-грудень гідрохімічний моніторинг проводився на 15 станціях (за винятком рукава Бистрий) з наступним лабораторним визначенням 27 фізичних та хімічних показників стану дунайської води.

Згідно з рекомендаціями Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), у діяльність гідрометеорологічних організацій, починаючи з 2021 року, впроваджені нові кліматичні норми, розраховані за останні 30 років. В цьому звіті при аналізі погодних умов використані норми по температурі та опадах за період спостережень метеостанції Ізмаїл в 1991 - 2020 рр.

Методики проведення гідрологічного та гідрохімічного моніторингу за звітний період не змінювались. Всі матеріали спостережень за 2022 рік наведені в цьому звіті.

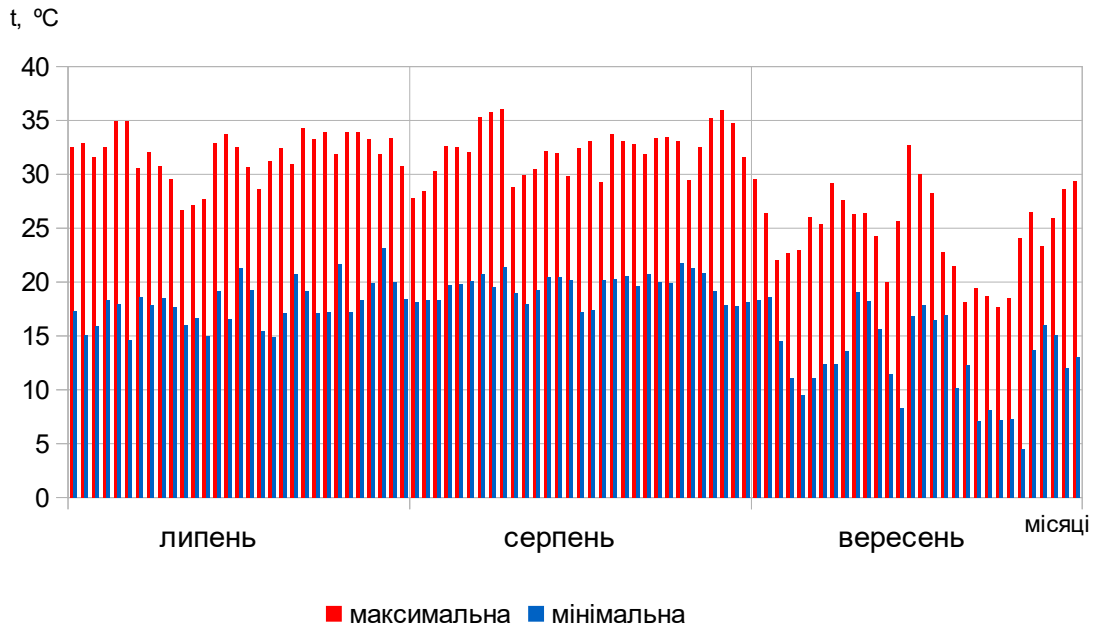
**Погодні умови.** У липні середня місячна температура повітря становила  $24,9^{\circ}$ , що на  $1,3^{\circ}$  вище багаторічного значення. Місячна кількість опадів склала 11,1 мм, тобто 24% від норми. Максимальна температура повітря підіймалася до  $34,9^{\circ}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалась до  $14,6^{\circ}$  тепла.

У серпні середня місячна температура повітря становила  $25,5^{\circ}$ , що на  $2,2^{\circ}$  вище за норму. Місячна кількість опадів склала 5,0 мм, або 16% від багаторічної норми. Максимальна температура повітря підіймалася до  $36,1^{\circ}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалась до  $17,2^{\circ}$  тепла.

В цілому літо було спекотним та сухим. Середньосезонна температура повітря була  $24,3^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,6^{\circ}$  вище за багаторічну норму. Опадів випало 38,6 мм, це 28% від сезонної норми. Найбільший дефіцит опадів спостерігався у серпні.

У вересні середня місячна температура повітря становила  $18,5^{\circ}$ , що на  $0,6^{\circ}$  вище за норму. Місячна кількість опадів склала 22,8 мм, або 63% від багаторічної норми. Максимальна температура повітря підіймалася до  $32,7^{\circ}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалась до  $4,5^{\circ}$  тепла (рис.1).





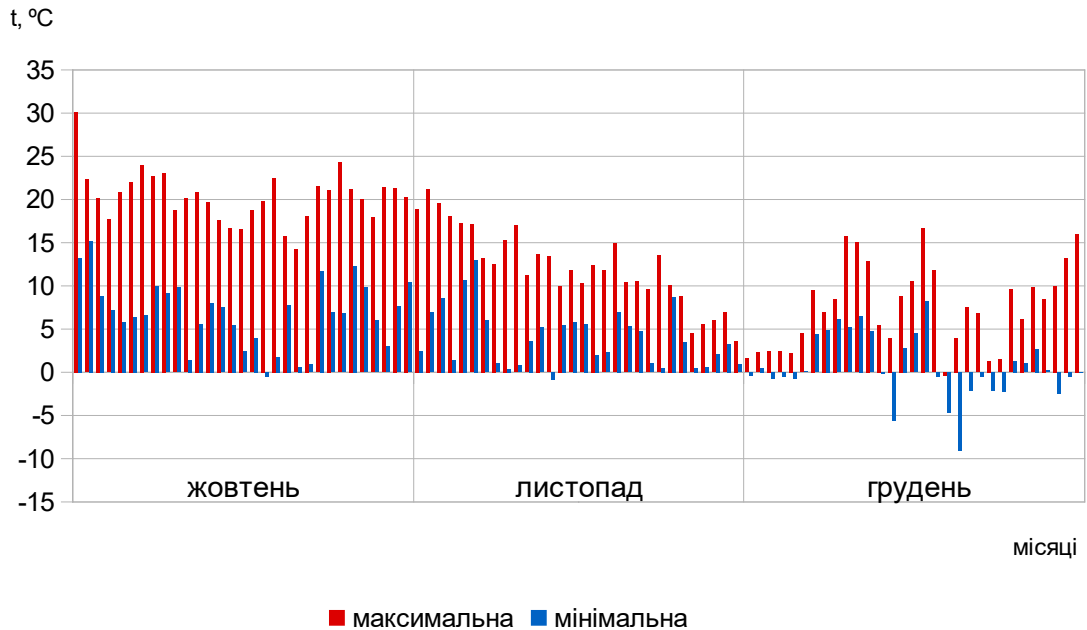
**Рис.1.** Графік щоденної максимальної та мінімальної температури повітря по м. Ізмаїл.

У жовтні середня місячна температура повітря становила  $13,3^{\circ}$ , що на  $1,4^{\circ}$  вище за норму. Місячна кількість опадів склала 5,7 мм, або 15% від багаторічної норми. Максимальна температура повітря підіймалася до  $30,1^{\circ}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалась до  $0,5^{\circ}$  морозу.

У листопаді середня місячна температура повітря становила  $7,8^{\circ}$ , що на  $1,4^{\circ}$  вище за норму. Місячна кількість опадів склала 14,3 мм, або 40% від багаторічної норми. Максимальна температура повітря підіймалася до  $21,2^{\circ}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалась до  $0,9^{\circ}$  морозу.

Осінь 2022 року була помірно теплою та сухою. Середньосезонна температура повітря була  $13,2^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,1^{\circ}$  вище за багаторічну норму. Опадів випало 42,8 мм, це 39% від сезонної норми. Найбільший дефіцит опадів спостерігався у жовтні.

У грудні середня місячна температура повітря становила  $3,7^{\circ}$ , що на  $2,6^{\circ}$  вище за норму. Місячна кількість опадів склала 23,2 мм, або 63% від багаторічної норми. Максимальна температура повітря підіймалася до  $16,7^{\circ}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалась до  $9,1^{\circ}$  морозу.



**Рівні води.** У липні та серпні на українській частині Дунаю спостерігалось зниження рівнів води. Мінімальні наближались до абсолютних мінімумів для цієї пори року. Так по посту Рені середні місячні рівні води були 50 см та 10 см відповідно, це на 163 см та 160 см нижче за середні багаторічні значення, а мінімальні рівні води досягли позначок 15 см та 6 см відповідно.

У вересні рівні води продовжували знижуватись і лише в другій половині третьої декади місяця почався рост рівнів води. Середній місячний рівень води по посту Рені склав 32 см, що на 100 см нижче за середнє багаторічне значення.

У жовтні на українській ділянці Дунаю спостерігалось підвищення рівнів води, яке було обумовлено дощовим паводком, який сформувався в басейнах річок Сава та Драва. На Нижньому Дунаю підйом рівнів продовжувався до середини місяця. Після чого розпочався поступовий спад рівнів води. Середній місячний рівень води склав 117 см над "0" поста Рені, що на 19 см нижче за середнє багаторічне значення. Максимальний рівень води склав 176 см, мінімальний — 40 см.

У листопаді у першій та другій декадах спостерігались незначні коливання рівнів води. На українській ділянці Дунаю, у наслідку бічного припливу з Тиси та Сави, у третій декаді спостерігалось підвищення рівнів води. Середній місячний рівень води склав 51 см над "0" поста Рені, що на 104 см нижче за середнє багаторічне значення.

У грудні, у першій половині місяця, відзначались незначні коливання рівнів води. Далі, у другій половині місяця рівні води почали зростати. Середній місячний рівень води по посту Рені склав 217 см, що на 16 см вище за середнє багаторічне значення. Максимальний рівень води був зафіксований в кінці місяця і склав 292 см. Цей рівень виявився максимальним за 2022 рік.

**Стік води та наносів.** 2022 рік відрізнявся вкрай низькою водністю та був самим маловодним за останні 30 років. Модульний коефіцієнт річного стоку дорівнює 0,67. Об'єм стоку води на замикаючому створі Дунаю (54 миля) склав 138 куб. км, що відповідає середній річній витраті 4370 куб. м/с. Середні місячні витрати води на

замикаючому створі Дунаю (54 миля) змінювались від 2470 (серпень) до 6150 (січень) куб. м/с.

В морську Кілійську дельту (гідроствор 20 км) за рік поступило 66,5 куб. км води (48,2 % водного стоку Дунаю) при середній річній витраті 2110 куб. м/с.

Середня річна витрата води рукава Бистрого склала 846 куб. м/с. Таким чином, за 2022 рік по трасі ГСХ через рукав Бистрий у море було винесено 26,7 куб. км води або 19,3 % загального припливу у вершину дельти на замикаючому створі Дунаю (табл.1.1).

**Таблиця 1.1.** Стік води (куб.км) за 2022 рік

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сума	%
<b>р. Дунай, 54 миля</b>													
16,5	10,7	12,8	13,9	14,3	11,9	8,33	6,62	7,34	11,3	8,11	16,1	138	100
<b>р.Дунай, рук.Кілійський, 20 км</b>													
7,93	5,13	6,29	6,53	6,96	5,83	4,20	3,29	3,50	5,54	3,86	7,53	66,5	48,2
<b>р.Дунай, рук.Бистрий</b>													
3,11	2,06	2,49	2,57	2,73	2,33	1,74	1,41	1,49	2,23	1,61	2,95	26,7	19,3

Середні місячні витрати завислих наносів у вершині дельти Дунаю за 2022 рік змінювались від 9,1 кг/с в листопаді до 1300 кг/с в грудні, а у гирлі рукава Бистрий від 1,2 кг/с до 220 кг/с.

Всього за 2022 рік в Чорне море поступило 6,38 млн. тон завислих наносів Дунаю, з яких 2,90 млн.тон, або 45,5% від загальної кількості пройшло по рукавам морської Кілійської дельти Дунаю (табл. 1.2).

**Таблиця 1.2.** Стік завислих наносів (млн.тон) за 2022 рік

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сума	%
<b>р. Дунай, 54 миля</b>													
0,91	0,29	0,37	0,75	0,80	0,47	0,29	0,14	0,20	0,48	0,15	1,53	6,38	100
<b>р.Дунай, рук.Кілійський, 20 км</b>													
0,48	0,12	0,20	0,36	0,40	0,25	0,13	0,09	0,09	0,24	0,06	0,48	2,90	45,5
<b>р.Дунай, рук.Бистрий</b>													
0,15	0,05	0,08	0,15	0,16	0,10	0,06	0,04	0,04	0,10	0,02	0,19	1,14	17,9

**Гідрохімія.** Під час відбору проб у звітному періоді середні значення температури води в січні - березні були майже однакові (приблизно 4,0 °С). В подальшому середня температура води плавно зростала до 26,8 °С, яка була відзначена в серпні. Охолодження води почалось у вересні та плавно продовжилось до грудня, коли середня температура води досягла 7,50 °С. Абсолютні значення температур змінювались від 2,8 °С в лютому на 89,9 км та 80 км до 27,6 °С в серпні на верхніх ділянках р. Дунай.

Найбільш залежними від температури води є розчинені у воді кисень та вуглекислий газ. Середні концентрації розчиненого в дунайській воді кисню змінювалась від 6,30 мг/дм<sup>3</sup> в серпні до 11,5 мг/дм<sup>3</sup> у січні, досягаючи середнього значення 9,00 мг/дм<sup>3</sup>, що менше середнього багаторічного значення на 0,23 мг/дм<sup>3</sup>. Абсолютні значення розчиненого у воді кисню змінювались від 5,76 мг/дм<sup>3</sup> у серпні в районі 89,9 км до 12,8 мг/дм<sup>3</sup> в квітні в районі 115 км. Найбільші значення

розчиненого у воді кисню були відмічені в холодну пору року, найменші з червня по вересень.

Середня концентрація вуглекислого газу в дунайській воді змінювалась від  $1,79 \text{ мг/дм}^3$  в травні до  $5,65 \text{ мг/дм}^3$  в лютому, досягаючи середньої за рік величини  $3,41 \text{ мг/дм}^3$ , що на  $0,31 \text{ мг/дм}^3$  менше середньої багаторічної. Абсолютні значення концентрації вуглекислого газу змінювались від  $1,04 \text{ мг/дм}^3$  (жовтень, 32 км) до  $7,04 \text{ мг/дм}^3$  (лютий, 68 та 54 миля).

На концентрації багатьох інгредієнтів має вплив рН води. Значення рН дунайської води, як і в попередні періоди спостережень, була близькою до 8,00 одиниць рН. Зміни рН знаходились у межах від 7,50 в серпні (71 та 68 миля) до 8,40 одиниць рН (жовтень, 32 та 103 км), досягаючи середнього значення за звітний період 7,99 одиниць рН.

Витрата дунайської води впливає на її прозорість та кількість завислих речовин. Прозорість дунайської води змінювалась від 4 в січні на акваторії 20 км до 20 см в листопаді від 96 до 80 км, досягаючи середнього значення 14 см, що перевищує багаторічне значення на 3 см.

Середня концентрація завислих речовин була найбільшою в січні ( $59,8 \text{ мг/дм}^3$ ). Якщо не порівнювати середню концентрацію завислих речовин отриману в березні (зменшена кількість відібраних проб), то найменші середні значення завислих речовин були відмічені в лютому, березні, вересні та листопаді. Кількість завислих речовин змінювалось від  $5,0 \text{ мг/дм}^3$  в квітні на 89 та 80 км, вересні на 20 км та листопаді на 103- 96км до  $218 \text{ мг/дм}^3$  у січні на 49 км. Середня концентрація завислих речовин в звітному періоді склала  $28,9 \text{ мг/дм}^3$ , що в 2,7 раз менше за середню багаторічну величину.

Органічні речовини в дунайській воді можуть реагувати з перманганатом калію (речовини, що легко окислюються) та з біхроматом калію (речовини, що важко окислюються). Порівняння біхроматної та перманганатної окислюваностей вказує на перевагу в дунайській воді речовин, що важко окислюються. Середня величина перманганатної окислюваності склала  $1,75 \text{ мгО/дм}^3$  та була на  $1,3 \text{ мгО/дм}^3$  меншою від багаторічної. Найбільших значень середні концентрації досягали в січні, жовтні та грудні. Абсолютні значення перманганатної окислюваності змінювались від 0,95 (червень, 103-96 та 80 км) до  $3,15 \text{ мгО/дм}^3$  (грудень, 49 км).

Середня величина біхроматної окислюваності за звітний період склала  $12,1 \text{ мгО/дм}^3$ , що менше від багаторічної на  $4,9 \text{ мгО/дм}^3$ . Мінімальне значення біхроматної окислюваності ( $5,10 \text{ мгО/дм}^3$ ) було відзначене в пробі води, відібраної у квітні в районі 70 км р. Дунай, максимальне - вище п. Вилкове у липні ( $19,8 \text{ мгО/дм}^3$ ). В порівнянні з середніми багаторічними значеннями кількість органічних речовин в дунайській воді зменшилась як по показникам перманганатної так і біхроматної окислюваностей.

Величина БСК<sub>5</sub> є непрямим показником забруднення вод речовинами органічного походження. На жаль, реакція мікроорганізмів на забруднення вод може бути різною і в зв'язку з цим навіть значне забруднення води може не викликати збільшення величини БСК<sub>5</sub>. У звітному періоді величини БСК<sub>5</sub> змінювались у межах від  $1,02 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  до  $6,91 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ , досягаючи середнього значення  $2,32 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ . Мінімальне значення було зафіксоване у червні та листопаді в пробах води, відібраних на акваторії 32 км та 96 км, максимальне - в травні в районі 89,9 км. В порівнянні з багаторічними відмічене перевищення значень БСК<sub>5</sub> у звітному періоді на  $0,30 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ .

Із біогенних елементів в звітному періоді визначались мінеральні сполуки азоту, фосфору та фосфор загальний. Для водних організмів має значення також присутність кремнію. Із мінеральних форм азоту визначались амонійний, нітритний та нітратний.

Середні значення концентрації азоту амонійного змінювались від 0,08 мг/дм<sup>3</sup> у травні до 0,14 мг/дм<sup>3</sup> у березні, досягаючи середнього значення за звітний період 0,11 мг/дм<sup>3</sup>, що менше за середню багаторічну концентрацію на 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Мінімальне значення концентрації амонійного азоту (0,06 мг/дм<sup>3</sup>) було знайдене у вересні в пробах води, відібраних від 39 км до 20 км. В березні в пробі води, відібраної на рук. Бистрий (9,5 км), була знайдена максимальна концентрація, що становила 0,32 мг/дм<sup>3</sup> (0,8ГДК).

Середні концентрації азоту нітритного змінювались від 0,007 мг/дм<sup>3</sup> у жовтні до 0,049 мг/дм<sup>3</sup> у серпні. Амплітуда коливань абсолютних концентрацій азоту нітритного становила 0,005 мг/дм<sup>3</sup> - 0,055 мг/дм<sup>3</sup> при середньому значенні 0,017 мг/дм<sup>3</sup>. Ця величина на 0,006 мг/дм<sup>3</sup> менша від середнього значення азоту нітритного за багаторічний період. В 22 % відібраних проб було зафіксоване досягнення та перевищення ГДК для азоту нітритного.

Мінімальна концентрація азоту нітритного була відмічена у жовтні на 32 км. Максимального значення концентрація азоту нітритного досягла в серпні та була відмічена в пробі води, відібраної на акваторії 39 км.

Зміни середніх значень концентрації азоту нітратного знаходились у межах 0,69 мг/дм<sup>3</sup> у липні - серпні до 1,64 мг/дм<sup>3</sup> у січні. Середня концентрація за звітний період склала 1,11 мг/дм<sup>3</sup> та була меншою в порівнянні з середньою величиною за багаторічний період. В цілому, при порівнянні кількості азотних сполук за звітний період з концентрацією за багаторічний термін спостереження виявлено їх зменшення.

Середня кількість мінеральних фосфорних сполук в дунайській воді змінювалась від 0,033 мг/дм<sup>3</sup> у травні до 0,064 мг/дм<sup>3</sup> у грудні при середньому значенні 0,050 мг/дм<sup>3</sup>. Середня концентрація звітнього періоду була практично на рівні середньої багаторічної концентрації. Мінімальна концентрація (0,029 мг/дм<sup>3</sup>) була визначена у травні в пробах води, відібраних в районі 89,9 та 80 км, максимальна - в березні на акваторії рук. Бистрий (9,5 км). Абсолютні значення концентрації загального фосфору в звітному періоді змінювались від 0,050 мг/дм<sup>3</sup> (червень, 32 та 21 км) до 0,143 мг/дм<sup>3</sup> (січень, 115 км), досягаючи середнього значення 0,080 мг/дм<sup>3</sup>, що менше від багаторічного значення на 0,040 мг/дм<sup>3</sup>.

Середня концентрація кремнію в дунайській воді змінювався від 1,78 мг/дм<sup>3</sup> - 1,76 мг/дм<sup>3</sup> в червні-липні до 3,25 мг/дм<sup>3</sup> при середньому значенні 2,31 мг/дм<sup>3</sup>, що менше значення багаторічної концентрації на 0,10 мг/дм<sup>3</sup>. Мінімальна концентрація була визначена в пробі води, відібраної на 80 км в липні, максимальна - на акваторії рук. Бистрий (1,0 км) у січні.

Дунайська вода вміщує значну кількість розчинених солей. Про їх кількість можна судити по концентраціях головних іонів, які в сумі дають інформацію про загальну мінералізацію води. При зменшенні водності річки Дунай концентрації головних іонів зростають. Збільшення концентрації головних іонів спостерігається також при потраплянні морської води в дельтові водотоки. Середні значення головних іонів в звітному періоді перевищували значення багаторічних концентрацій.

Мінімальні значення концентрацій кальцію та магнію були відмічені у вересні та липні на 70 км та на 71 милі відповідно. Максимальні концентрації були відмічені

в січні на 80 км та 54 милі відповідно. Значення середніх концентрацій склали для кальцію 48,5 мг/дм<sup>3</sup> та магнію 12,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Сума лужних металів змінювалась від 14,4 мг/дм<sup>3</sup> в березні на акваторії рук. Бистрий (9,5 км) до 51,8 мг/дм<sup>3</sup> в липні в районі 21 км при середньому значенні 28,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрація сульфатів змінювалась в січні від 19,2 мг/дм<sup>3</sup> в районах, що включали 54 милі - 80 км та 32 -20 км і рукав Бистрий (9,5 км) до 57,6 мг/дм<sup>3</sup> в липні на 21 км. Середнє значення концентрації сульфатів склали 34,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Граничні значення концентрацій гідрокарбонатів знаходились у межах від 140 мг/дм<sup>3</sup> до 229 мг/дм<sup>3</sup> та були відзначені в червні на 89,9 і 49 км та в квітні на 96 км відповідно. Середня концентрація за звітний період склали 172 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрація хлоридів змінювалась від 27,8 в травні на акваторії 20 км та 21 км до 54,7 мг/дм<sup>3</sup> в липні на 21 км. Середнє значення концентрації хлоридів склали 34,8 мг/дм<sup>3</sup> та було на 1,5 мг/дм<sup>3</sup> більше від значення багаторічної величини.

В дунайській воді визначались речовини-забруднювачі: СПАР, нафтопродукти, феноли.

Концентрація СПАР у воді р. Дунай не досягала гранично допустимих значень, змінюючись від «не виявлено» до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Мінімальна концентрація була знайдена у серпні на 71 милі, максимальна - в жовтні на 20 км. Середня концентрація за звітний період склали 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (0,1 ГДК), що вдвічі перевищує значення багаторічної концентрації.

За звітний період концентрація фенолів у дунайській воді змінювалась від «не виявлено» в багатьох місцях в першому кварталі та квітні до 0,004 мг/дм<sup>3</sup> в багатьох місцях у червні-грудні. В 94 % відібраних проб концентрація фенолів перевищувала значення ГДК. Середнє значення склали 0,002 мг/дм<sup>3</sup> (2ГДК), що вдвічі перевищує середній багаторічний рівень концентрації фенолів в дунайській воді.

Концентрації нафтопродуктів змінювались від «не визначено» до 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (1 ГДК). Мінімальні концентрації були зафіксовані впродовж всього звітного періоду, виключаючи липень, серпень, листопад та грудень в багатьох місцях, максимальна - в пробах води, відібраних в квітні на 54 милі, 115 та 103 км. Середня концентрація нафтопродуктів у звітному періоді склали 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, що повністю співпадає з середньою багаторічною.

Концентрації шестивалентного хрому змінювались від “ не визначено” до 0,009 мг/дм<sup>3</sup> (9 ГДК). У 95 % відібраних проб концентрація хрому шестивалентного перевищувала значення ГДК. Мінімальні концентрації були знайдені в квітні, червні, серпні, листопаді-грудні в багатьох місцях, максимальна - в листопаді на акваторії 39 км. Середня концентрація склали 0,005 мг/дм<sup>3</sup> (5 ГДК) та була меншою від багаторічної на 0,001 мг/дм<sup>3</sup>.

Максимальні, мінімальні, середні значення інгредієнтів, місця їх знаходження в 2022 році та багаторічні концентрації приведені в таблиці 1.3.

**Таблиця 1.3.** Максимальні мінімальні, середні значення інгредієнтів та місця їх знаходження в 2022 році

Інгредієнт, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика	Значення, мг/дм <sup>3</sup>	Місяць та місце виявлення	Багаторічна концентрація мг/дм <sup>3</sup>
Температура, град.	мінімум	2,8	Лютий, 89,9 та 80 км	
	максимум	27,6	Серпень, 71 та 68 миля	

	середнє	15,4		14,6
Кисень розчинений	мінімум	5,76	Серпень, 89,9 км	
	максимум	12,8	Квітень, 115 км	
	середнє	9,00		9,23
Прозорість, см	мінімум	4	Січень, 20 км	
	максимум	20	Листопад, 96 км - 80км	
	середнє	14		11
7,04Лютий, 68миля,54 миляВуглекислий газ	мінімум	1,04	Жовтень,32 км	
	максимум	середнє		3,72
рН, одиниці рН	мінімум	7,50	Серпень, 71, 68 миля	
	максимум	8,40	Жовтень, 103, 32 км	
	середнє	7,99		7,98
Прозорість, см	мінімум	4	Січень, 20 км	
	максимум	20	Листопад, 96 км - 80км	
	середнє	14		11
218Січень, 49 кмЗавислі речовини	мінімум	5,0	Квітень, 89 та 80 км Вересень, 20 км Листопад, 103 - 96 км	
	максимум	середнє		77,6
Перманганатна окислюванність	мінімум	0,95	Червень, 103км - 96км, 80км	
	максимум	3,15	Грудень, 49 км	
	середнє	1,75		3,05
19,8Липень, 21 кмБіхроматна окислюванність	мінімум	5,10	Квітень, 70 км	
	максимум	середнє		17,0
БСК-5	мінімум	1,02	Червень, 32 км Листопад, 96 км	
	максимум	6,91	Травень, 89,9 км	
	середнє	2,32		2,02
Азот амонійний	мінімум	0,06	Вересень,39 - 20 км	
	максимум	0,32	Березень, рук. Бистрий (9,5 км)	
	середнє	0,11		0,12
Азот нітритний	мінімум	0,005	Жовтень, 32 км	
	максимум	0,055	Серпень, 39 км	
	середнє	0,017		0,023
Азот нітратний	мінімум	0,62	Липень,49 км	
	максимум	1,76	Лютий, 49 км	
	середнє	1,11		1,21
Фосфор мінеральний	мінімум	0,029	Травень, 89,9 та 80км	
	максимум	0,074	Березень, рук. Бистрий (9,5 км)	
	середнє	0,050		0,051



Фосфор загальний	мінімум	0,050	Червень, 32 та 21 км	0,12
	максимум	0,143	Січень, 115 км	
	середнє	0,08		
Кремній	мінімум	1,29	Липень, 80 км	2,41
	максимум	3,54	Січень, рук. Бистрий (1,0 км)	
	середнє	2,31		
60,2Січень, 80 км Кальцій	мінімум	38,1	Вересень, 70 км Жовтень, 49 км	51,0
максимум	середнє	48,5		
Магній	мінімум	9,00	Липень, 71 миля	15,0
	максимум	19,5	Січень, 54 миля	
	середнє	12,6		
Натрій + калій	мінімум	14,4	Березень, рук. Бистрий (9,5 км)	23,9
	максимум	51,8	Липень, 21 км	
	середнє	28,5		
Сульфати	мінімум	19,2	Січень, 54 миля-80 км, 32 км - 20км, рук. Бистрий (9,5 км)	46,1
	максимум	57,6	Липень, 21 км	
	середнє	34,0		
Гідрокарбонати	мінімум	140	Червень, 89,9км,49 км	187
	максимум	229	Квітень, 96 км	
	середнє	172		
Хлориди	мінімум	27,8	Травень, 21 та 20 км	33,3
	максимум	54,7	Липень, 21 км	
	середнє	34,8		
СПАР	мінімум	0,00	Август, 71	0,01
	максимум	0,05	Жовтень, 20 км	
	середнє	0,02		
Феноли	мінімум	0,000	Січень 96, 80, 60, 20км рук. Бистрий (9,5 та 1,0 км), Лютий, 96, 80, 70 км, Квітень, 103 та 96 км	0,001
	максимум	0,004	Червень-грудень, в багатьох місцях	
	середнє	0,002		
Нафтопродукти	мінімум	0,00	Січень-червень, в багатьох місцях, вересень жовтень	0,01
	максимум	0,05	Квітень, 54 миля, 115км, 103км	
	середнє	0,01		
Хром шестивалентний	мінімум	0,000	Квітень, 49км, Червень, 103км,89,9км, Травень,49км Серпень,39 км Листопад-грудень	



			в багатьох місцях	
	максимум	0,009	Листопад, 39 км	
	середнє	0,005		0,006

***Визначення вмісту металів в поверхневих водах та донних відкладах за результатами експедиційних досліджень (УКРНДІЕП).***

За регламентом експедиційних досліджень 2022 року, в частині моніторингу вмісту металів у річковій воді визначався вміст заліза, марганцю, цинку, міді та нікелю.

Аналіз проб поверхневих вод і донних відкладів, що відібрані в процесі здійснення робіт, виконані лабораторіями аналітичного центру УКРНДІЕП. Якість аналітичних робіт перевіряється відповідно до вимог “Керівництва з якості”, яке розроблено з врахуванням ДСТУ ISO/TR 10013, ДСТУ ISO/IEC 17025:2017. При здійсненні вимірів використовуються градуювальні зразки, виконані з атестованих державних стандартних зразків розчину металів (ДСЗУ).

Проби відібрано та проаналізовано у відповідності з регламентом проведення експедицій:

річкової води у 8-ти пунктах спостережень.

Кожна проба досліджувалась у трьох паралелях. Усього для визначення вмісту заліза, марганцю, цинку, міді та нікелю виконано 40 елементовизначень у воді (без врахування паралельних).

***Методи відбору проб і визначення вмісту металів.*** Відбір проб виконувався у відповідності з вимогами ДСТУ ISO 5667-6-2001, ДСТУ ISO 5667-12-2001, ГОСТ 17.1.5.05, ГОСТ 17.1.3.10.

Досліджувались змішані проби поверхневих вод, що відібрані батометром з різних точок та прошарків у створі річки і опосереднені. Дискретні проби з окремих прошарків та точок по розрізу створу об’єднувались в одну змішану. При відборі проб води на визначення металів проби не фільтрувались, визначенню підлягав валовий вміст металів у річковій воді.

Елементовизначення в пробах поверхневих вод виконувались методом оптичної емісійної спектрометрії з індуктивно зв’язаною плазмою за ДСТУ EN ISO 11885:2019 Якість води. Визначення вибраних елементів методом оптичної емісійної спектрометрії з індуктивно зв’язаною плазмою (ICP-OES)(EN ISO 11885:2009, IDT; ISO 11885:2007, IDT).

Результати визначення металів у воді річки Дунай та її гирлових рукавів у відібраних пробах наведені у таблиці 1.4.

Вміст металів в річковій воді відібраній під час експедиційних досліджень в грудні 2022 року має наступні значення: Вміст валового заліза у середньому по досліджуваних пунктах становив – 0,1815 мг/дм<sup>3</sup> (0,61 ГДК п-кб). Найбільше значення зафіксоване у пунктах спостереження R10 (рук. Кілійський, 21 км, вище м. Вилкове) – 0,548 мг/дм<sup>3</sup>, найменше значення показника зафіксовано в пункті R12 (Рук. Старостамбульський 11 км) – 0,0533 мг/дм<sup>3</sup> (0,17 ГДК п-кб / 0,5 ГДК р-г.)

Середнє значення вмісту валового марганцю по ділянці склало 0,221 мг/дм<sup>3</sup> (0,2 ГДК п-кб / 2,2 ГДК р-г.). Найбільше значення зафіксоване у пункті спостереження R10 (рук. Кілійський, 21 км, вище м. Вилкове) – 0,47 ГДК п-кб,

найменше значення показника зафіксовано в R12 (Рук. Старостамбульський 11 км) -  $0,0064 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,06 \text{ ГДК п-кб} / 0,6 \text{ ГДК р-г.}$ ).

Середнє значення вмісту валового цинку по ділянці склало  $0,0058 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,006 \text{ ГДК п-кб} / 0,6 \text{ ГДК р-г.}$ ). Найбільше значення зафіксоване у пункті спостереження R15 (Рук. Старостамбульський 4 км) –  $0,0111 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,011 \text{ ГДК п-кб} / 1,1 \text{ ГДК р-г.}$ ), найменше значення показника зафіксовано в R12 (Рук. Старостамбульський 11 км) -  $0,0013 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,001 \text{ ГДК п-кб} / 0,1 \text{ ГДК р-г.}$ ).

Вміст валової міді в жодній точці не перевищував ГДК п-кб і у середньому становив  $0,003 \text{ мг/дм}^3$ . Максимальне значення зафіксоване у пункті R13/1 (Рук. Бистрий 1 км) –  $0,0039 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,004 \text{ ГДК п-кб}$ ). Перевищення ГДК р-г не зафіксоване.

Вміст валового нікелю в жодній точці не перевищував ГДК п-кб та ГДК р-г і у середньому становив  $0,0018 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,018 \text{ ГДК п-кб} / 0,18 \text{ ГДК р-г.}$ ). Максимальне значення зафіксоване у пункті R10 (рук. Кілійський, 21 км, вище м. Вилкове) та R13/0 (Рук. Бистрий 0 км)–  $0,0024 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,024 \text{ ГДК п-кб} / 0,24 \text{ ГДК р-г.}$ ).

**Таблиця 1.4.** Вміст важких металів у воді р. Дунай у грудні 2022 року за даними експедиційних досліджень

№ п/п	№ пункту	Пункт відбору проби	Елементи, що досліджуються та їх вміст в мг/дм <sup>3</sup>					Дата відбору проби
			Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
			Валовий вміст	Валовий вміст	Валовий вміст	Валовий вміст	Валовий вміст	
1	R 10	Рук. Кілійський, 21 км, 1 км вище м. Вілково	0,548	0,047	0,0033	0,0036	0,0024	12.2022 змішана з точкових
2	R 11	Рук. Очаківський 17 км.	0,168	0,0204	0,007	0,0033	0,0019	12.2022 змішана з точкових
3	R 12	Рук. Старостамбульський 11 км	0,0533	0,0064	0,0013	0,0017	0,0013	12.2022 змішана з точкових
4	R15	Рук. Старостамбульський 4 км	0,0764	0,0142	0,0111	0,0026	0,0015	12.2022 змішана з точкових
5	R13/9	Рук. Бистрий 9 км	0,146	0,019	0,0048	0,0029	0,0016	12.2022 змішана з точкових
6	R 14	Рук. Очаківський 6 км.	0,111	0,0224	0,0046	0,0028	0,0016	12.2022 змішана з точкових
7	R13/1	Рук. Бистрий 1 км	0,213	0,0275	0,0048	0,0039	0,0018	12.2022 змішана з точкових
8	R13/0	Рук. Бистрий 0 км	0,136	0,0199	0,0093	0,0029	0,0024	12.2022 змішана з точкових
<b>Середній вміст по річковій ділянці</b>			0,1815	0,0221	0,0058	0,0030	0,0018	
мінімум			0,0500	0,0064	0,0013	0,0017	0,0013	
максимум			0,5480	0,0470	0,0111	0,0039	0,0024	
ГДКк.пб. (для культурно-побутового та питного водовикористання)			0,3	0,1	1,0	1,0	0,1	
ГДК р.г. (для рибогосподарського використання)			0,1	0,01	0,01	0,005	0,01	

## 2. Гідробіологічні дослідження

Дослідження стану гідробіологічних угруповань української частини дельти Дунаю виконувались УКРНДІЕП у ході комплексних експедиційних досліджень по трасі суднового ходу Дунай – Чорне море у середині грудня 2022 р. (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1.** Пункти відбору проб УКРНДІЕП (грудень 2022 р.)

№ пункту	Код, найменування пункту відбору	Відстань від гирла	Прив'язка	Дата	Види проб
1	R10, 1 км вище м. Вилкове	21 км	лівий берег	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
2	R11, р. Очаківський	17 км	лівий берег, середина	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
3	R14, р. Очаківський	6 км	лівий берег, середина	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
4	R12, р. Старостамбульський	11 км	лівий берег, середина	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
5	R15, р. Старостамбульський	4 км	лівий берег, середина	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
6	R13/9, р. Бистрий	9 км	лівий берег, середина	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
7	R13/1, р. Бистрий	1 км	лівий берег, середина	14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні
8	R13/0, р. Бистрий	0 км		14.12.22	гідрохімічні, гідробіологічні

Були відібрані проби для гідробіологічних і гідрохімічних досліджень, у т. ч. на вміст специфічних показників токсичної дії (важкі метали) у воді та донних відкладах; проби води для оцінки її якості за рівнем токсичності. На кожному пункті відбору проб проводилось вимірювання температури води, прозорості (за диском Секкі) та розчиненого кисню.

Загалом за період експедиційних досліджень відібрано 24 проби води й донних відкладів для біологічного та хімічного аналізу.

Відбір та обробка проб проводились відповідно до стандартних гідробіологічних методик.

Проби для дослідження фітопланктону відбирались з поверхневого шару води у тару об'ємом 1 л. Проби зоопланктону відбиралися методом фільтрування 100 л води з поверхневого шару ріки через планктонну сітку з газом № 70. Фіксувались планктонні проби 40 % розчином формаліну. Донні відкладення для визначення видового складу макробоентосу відбирались шкребком.

### **Результати досліджень фітопланктону.**

Для дослідження фітопланктону української частини Дунаю проби відбирались у 8 створах в середині грудня 2022 р. Загалом було проаналізовано 8 альгологічних проб, відбір та обробка яких проводились відповідно до стандартних гідробіологічних методик [1-10].

Під час аналізу 8 проб фітопланктону, відібраних 14 грудня 2022 р. у 8 створах р. Дунай (R10 – вище м. Вилкове, R11 – рук. Очаківський 17 км, R14 – рук. Очаківський 6 км, R12 – рук. Старостамбульський 11 км, R15 – рук. Старостамбульський 4 км, R13/9

– рук. Бистрий 9 км, R13/1 – рук. Бистрий 1 км, R13/0 – рук. Бистрий 0 км), було виявлено 50 видових та внутрішньовидових таксонів з 8 відділів водоростей (Додаток 4).

Флористичний спектр фітопланктону досліджених ділянок р. Дунай був представлений переважно діатомовим комплексом, характерним для реофільного річкового фітопланктону холодного сезону, з відносно невисоким якісним різноманіттям і кількісним розвитком.

Найбільше видове різноманіття планктонних водоростей – 28 таксонів (56 % – дещо більше половини від загальної кількості видів) – спостерігалось у відділі Діатомові (*Bacillariophyta*). Максимальна різноманітність відмічалася у родах *Navicula* та *Nitzschia* (по 5 видів). Роди *Cyclotella* й *Gomphonema* були представлені по 3 види й різновиди, *Achnanthes* і *Melosira* – по 2.

Друге місце за видовим різноманіттям посідали представники відділу Зелені (*Chlorophyta*) – 8 видів (16 % від загальної кількості видів), серед яких найбільш помітними були роди *Monoraphidium* (3 види) і *Scenedesmus* (2 види). В інших родах було відмічено лише по одному виду.

Інші відділи фітопланктону досліджених створів були представлені значно меншою кількістю видів – від 1 до 3, що складало від 2 до 6 % відповідно.

У відділі Синьозелені (*Цуанопфіти*) було зареєстровано 3 види, серед яких до роду *Microcystis* відносились 2 види. Золотисті (*Хризопфіти*) у даному відборі були представлені також 3 видами, 2 з яких належали до роду *Chrysococcus*. Слід відзначити, що представники родів *Microcystis* і *Chrysococcus* зустрічалися в усіх досліджених створах, на відміну від Евгленових (*Евгленопфіти*), які поодинокі відмічалися у половині досліджених створів, хоча були представлені також 3 видами, серед яких 2 відносились до роду *Trachelomonas*.

У відділах Криптофітові (*Криптофіти*) й Жовтозелені (*Хантофіти*) нараховувалося по 2 види з родів *Cryptomonas* і *Tribonema* відповідно. Нитчасті жовтозелені – *Tribonema minus* Hazen і *T. regulare* Pasch. поодинокі відмічались у 6 з 8 досліджених створах, а види роду *Cryptomonas* – також поодинокі у 3 створах.

У відділі Динофітові (*Динофіти*) було виявлено лише один вид *Peridinium cinctum* Ehr., який поодинокі зустрічався лише у створі вище Вилкове.

Кількість видів планктонних водоростей у досліджених створах перебувала приблизно на однаковому рівні й коливалася від 14 (рук. Бистрий 1 км) до 19 (рук. Бистрий 9 км і рук. Старостамбульський 4 км) (табл. 2.2). У створі вище Вилкове – верхній частині української ділянки р. Дунай – кількість видів фітопланктону дорівнювала 18 видів. У рукавах спостерігалось як невелике зменшення кількості видів від верхніх за течією створів до нижніх (від 17 до 15 в Очаківському рукаві), так і підвищення (від 15 до 19 у Старостамбульському), а також коливання у рукаві Бистрий від 19 видів у створі 9 км до 14 у створі 1 км і далі до 16 у створі 0 км. В усіх досліджених пунктах відбору за видовим різноманіттям у створах перше місце належало діатомовим водоростям, кількість яких коливалася від 5 до 11 видів, а кількість представників інших відділів фітопланктону – від 1 до 4 видів.

В усіх досліджених створах зустрічалися 7 видів водоростей: *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk. і *M. pulverea* (Wood) Forti em. Elenk. (синьозелені), *Chrysococcus rufescens* Klebs і *Chrysococcus biporus* Skuja (золотисті), *Cyclotella glomerata* Bachmann і *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (діатомові), *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr. (зелені).

Більшість виявлених видів належали до прісноводно-солонуватоводних. Крім типово планктонних, у складі фітопланктону досліджених створів відмічалися бентосні форми (*Surirella ovata* Kütz., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., великоклітинні представники роду *Cyclotella* та деякі інші).

Індекси видового різноманіття Шеннона між дослідженими створами змінювалися у помітних межах (табл. 2.3): розраховані за чисельністю планктонних водоростей – від 1,27 біт/екз (рук. Бистрий 0 км) до 1,51 біт/екз (рук. Очаківський 17 км) і до 1,5 (рук. Старостамбульський 4 км), а розраховані за біомасою – від 2,55 біт/мг (рук. Бистрий 9 км) до 3,2 біт/мг (рук. Очаківський 17 км). Таким чином, у створі рук. Очаківський 17 км відмічалися максимальні індекси Шеннона, розраховані за обома показниками.

В усіх пунктах відбору індекс Шеннона, розрахований за чисельністю, був нижчим порівняно з розрахованим за біомасою, що свідчить про більш-менш рівномірний внесок видів у формування якісного та кількісного складу альгофлори. У той же час, у динаміці між створами не завжди простежувалася кореляція між значеннями індексу Шеннона та кількістю видів у створах, що свідчить про коливання кількості дрібноклітинних і великоклітинних видів водоростей.

На дослідженій ділянці української частини дельти Дунаю у грудні 2022 р. відмічався відносно невисокий кількісний розвиток фітопланктону з помітним коливанням чисельності – від 15,65 млн. кл/дм<sup>3</sup> (рук. Бистрий 1 км) до 28,72 млн. кл/дм<sup>3</sup> (рук. Очаківський 17 км) – і більш однорідним розвитком біомаси – від 0,64 мг/дм<sup>3</sup> (рук. Бистрий 1 км) до 1,07 мг/дм<sup>3</sup> (рук. Старостамбульський 11 км). Слід звернути увагу, що у створі рук. Бистрий 1 км відзначалися мінімальні показники кількісного розвитку планктонних водоростей.

У динаміці чисельності та біомаси фітопланктону між дослідженими створами спостерігалася кореляція (табл. 2.3). У верхньому за течією р. Дунай створі (вище Вилкове) відмічалися достатньо високі кількісні показники: чисельність 24,49 млн. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса 0,91 мг/дм<sup>3</sup>. У рукаві Очаківський 17 км відмічався більш низький розвиток планктонних водоростей (чисельність 20,12 млн. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса 0,68 мг/дм<sup>3</sup>), який зростав у створі 6 км до значень 28,72 млн. кл/дм<sup>3</sup> і 0,85 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. У верхніх створах рукавів Старостамбульський (чисельність 25,61 млн. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>) та Бистрий (чисельність 25,28 млн. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса 0,96 мг/дм<sup>3</sup>) кількісні показники фітопланктону перебували майже на однаковому рівні – дещо вищому порівняно зі створом вище Вилкове, а у створах, розташованих нижче за течією, зменшувались. У створі рук. Бистрий 0 км (чисельність 25,73 млн. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса 0,98 мг/дм<sup>3</sup>) розвиток планктонних водоростей знову підвищувався приблизно до рівня, який відмічався у рук. Бистрий 9 км.

Таблиця 2.2. Кількість видів, одиниць, фітопланктону у досліджених створах р. Дунай. Грудень 2022 р.

№ з/П	Таксони	вище Вилкове	рук. Очаків. 17 км	рук. Очаків. 6 км	рук. Старост. 11 км	рук. Старост. 4 км	рук. Бистрий 9 км	рук. Бистрий 1 км	рук. Бистрий 0 км
1	Cyanophyta – Синьозелені	2	2	2	2	2	3	2	3
2	Dinophyta – Динофітові	1	–	–	–	–	–	–	–
3	Cryptophyta – Крптофітові	1	–	–	2	–	–	1	–
4	Chrysophyta – Золотисті	2	2	2	2	2	2	2	3
5	Xanthophyta – Жовтозелені	2	1	–	–	1	–	1	1
6	Bacillariophyta – Діатомові	7	7	9	7	11	11	7	5
7	Euglenophyta – Евгленові	1	1	1	–	–	2	–	–
8	Chlorophyta – Зелені	2	4	1	2	3	1	1	4
	<b>РАЗОМ</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>16</b>

Загальна чисельність планктонних водоростей була обумовлена головним чином розвитком представників відділу Синьозелені, який варіював у межах 14,08 млн. кл/дм<sup>3</sup> (рук. Бистрий 1 км) – 25,98 млн. кл/дм<sup>3</sup> (рук. Очаківський 6 км). В усіх створах домінував дрібноклітинний вид *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em. Elenk., який при значній чисельності має не дуже значну біомасу. Менших, але помітних, значень чисельності досягав *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk., який за біомасою домінував майже в усіх створах. Нитчастий вид *Oscillatoria limnetica* Lemm. Поодинокі зустрічався лише у 2 створах рукава Бистрий.

Як і у відборах попередніх років, в цілому за чисельністю синьозелені суттєво переважали в усіх досліджених створах. Помітну, але менш значну, роль у загальній чисельності відігравали діатомові – завдяки значному видовому різноманіттю, а також зелені, золотисті й жовтозелені – відповідно за рахунок одноклітинних видів невеликих розмірів *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr., *Chrysococcus rufescens* Klebs і нитчастих видів роду *Tribonema*.

Згідно з Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод [5], за біомасою фітопланктону досліджені ділянки відповідали:

- II класу, 3 категорії: «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, β'-мезосапробній зоні (біомаса 1,1 – 2,0 мг/дм<sup>3</sup>) – у рукаві Старостамбульський 11 км (біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>, яка перебувала поблизу нижньої – більш чистої – границі даної категорії якості вод);
- II класу, 2 категорії: «дуже добрі» за станом якості вод, «чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, α-олігосапробній зоні (біомаса 0,5 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>) – в усіх інших 7 з 8 досліджених створів (табл. 2.3).

В цілому невисокий розвиток біомаси фітопланктону характерний для даного холодного зимового сезону.

Загалом за розвитком біомаси фітопланктону у 6 досліджених створах переважали синьозелені – головним чином за рахунок виду *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk., який домінував майже в усіх створах, крім рук. Бистрий 0 км, де перше місце посідали діатомові завдяки великоклітинним представникам видів *Stephanodiscus hantzschii* Grun. і *Cyclotella kuetzingiana* Thw. У рук. Очаківському 6 км також за біомасою переважали діатомові, але з менш помітною різницею і головним чином за рахунок видів *Stephanodiscus hantzschii* та *Cyclotella glomerata* Bachmann.

У двох створах, де за розвитком біомаси домінували діатомові, синьозелені займали друге місце, загалом біомаса цього відділу перебувала у межах 0,263 – 0,53 мг/дм<sup>3</sup>.

Діатомові посідали друге місце у 5 створах, а у рук. Очаківський 17 км – третє, біомаса даного відділу коливалася від 0,142 до 0,59 мг/дм<sup>3</sup>.

Представники відділу Зелені у половині створів перебували на 3 місці, в одному створі, як відзначалося вище, досягали 2, в інших – менш суттєвого розвитку. Серед зелених найбільш помітних кількісних показників досягав вид *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr., який зустрічався в усіх створах, інші відмічались поодинокі в окремих створах.

Золотисті за біомасою посідали третє місце у двох досліджених створах, у більшості інших – четверте, за рахунок виду *Chrysococcus rufescens* Klebs., в окремих випадках – також завдяки помітному розвитку виду *Chrysococcus biporus* Skuja.

Низький розвиток біомаси фітопланктону спостерігався серед представників відділів Евгленові, Жовтозелені, Криптофітові, які зустрічалися поодинокі в окремих



досліджених створах. Динофітові були представлені лише одним видом *Peridinium cinctum* Ehr., який було виявлено у невеликій кількості тільки у створі вище Вилкове.

До провідного комплексу видів фітопланктону більшості досліджених створів входили *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk. (синьозелені), *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Cyclotella kuetzingiana* Thw. (діатомові), *Chrysococcus rufescens* Klebs (золотисті), *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr. (зелені). В окремих створах помітних значень біомаси досягали *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em. Elenk. (синьозелені), *Cyclotella glomerata* Bachmann, *Surirella ovata* Kütz. (діатомові), *Tetrastrum glabrum* (Roll) Ahlstr. et Tiff. (зелені) та деякі інші.

Згідно з характеристикою ступенів «цвітіння» води [6] отримані значення біомаси фітопланктону відповідали:

– II ступеню цвітіння (слабкому – «екологічно нешкідливі концентрації, які викликають деяке погіршення якості води», біомаса водоростей у межах 1–4 мг/дм<sup>3</sup>) – у рук. Старостамбульський 11 км (біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>, яка перебувала поблизу нижньої – більш чистої – границі даного ступеню цвітіння води);

– I ступеню цвітіння води (початковому – «екологічно нешкідливі концентрації», біомаса водоростей менше 1 мг/дм<sup>3</sup>) в усіх інших 7 досліджених створах.

Слід відзначити, що в усіх створах розвиток біомаси представників окремих відділів фітопланктону не перевищував 1 мг/дм<sup>3</sup> і відповідав I ступеню цвітіння води, що в цілому характерно для прохолодного зимового сезону.

Під час аналізу альгологічного матеріалу було виявлено 31 вид-індикатор сапробності (62 % від загальної кількості видів – 50), визначених за стандартними гідробіологічними методиками [3, 7 – 9]. Половина цих водоростей були індикаторами β-мезосапробної зони («помірно забруднені води») – 16 видів, помітну роль відігравали також види-індикатори інших зон – як більш чистих: о (олігосапробна зона, «чисті») – 1 вид; перехідних зон: х-о (між х – ксеносапробною зоною, «дуже чисті» та олігосапробною) – 1 вид, х-β – 2 види, о-β – 5 видів, так і більш забруднених: α-мезосапробна зона («забруднені») – 3 види, перехідних: β-α – 2 види, α-β – 1 вид.

Загальна кількість видів, характерних для більш чистих вод (9 видів), була на 3 види вищою порівняно з кількістю видів-індикаторів більш забруднених вод (6 видів). Позитивною ознакою була також відсутність у даному відборі представників р-α - сапробної зони (перехідної від полісапробної зони («брудні») до α-мезосапробної зони («забруднені»)) з відділу Евгленові, які поодинокі зустрічалися в окремі сезони попередніх років, що свідчить про певне зменшення забруднення.

Індекс сапробності, розрахований за методом Пантле і Букка [7 – 9], серед проб, відібраних у грудні 2022 р., перебував майже на однаковому рівні й коливався від 1,62 (рук. Очаківський 6 км, рук. Бистрий 1 і 0 км) до 1,65 (рук. Старостамбульський 11 і 4 км) (табл. 2.3).

Відповідно до Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод [5], за значеннями індексу сапробності якість води в усіх досліджених створах перебувала у межах β'-мезосапробної зони та відповідала II класу якості поверхневих вод, 3 категорії (значення індексу сапробності 1,6 – 2,0): «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості.

**Таблиця 2.3.** Чисельність, млн. кл/дм<sup>3</sup>, і біомаса, мг/дм<sup>3</sup>, фітопланктону, індекс сапробності за Пантле-Букком та індекс видового різноманіття за Шенноном дослідженої ділянки р. Дунай. Грудень 2022 р.

№ з/п	Таксони	вище Вилкове		рук. Очаківськ. 17 км		рук. Очаківськ. 6 км		рук. Старост. 11 км		рук. Старост. 4 км		рук. Бистрий 9 км		рук. Бистрий 1 км		рук. Бистрий 0 км	
		Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
1	Суанорphyta – Синьозелені	22,72	0,424	17,88	0,263	25,98	0,3	23,62	0,466	19,46	0,437	23,6	0,53	14,08	0,263	23,67	0,288
2	Dinophyta – Динофітові	0,01	0,042	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Cryptophyta – Криптофітові	0,16	0,065	–	–	–	–	0,034	0,013	–	–	–	–	0,04	0,009	–	–
4	Chrysophyta – Золотисті	0,5	0,046	0,442	0,034	1,176	0,086	0,576	0,063	0,8	0,052	0,67	0,06	0,99	0,105	0,9	0,046
5	Xanthophyta – Жовтозелені	0,09	0,043	0,033	0,044	–	–	–	–	0,032	0,008	–	–	0,022	0,013	0,028	0,006
6	Bacillariophyta – Діатомові	0,85	0,244	0,318	0,142	0,78	0,32	0,37	0,42	0,435	0,29	0,877	0,33	0,44	0,238	0,8	0,59
7	Euglenophyta – Евгленові	0,04	0,014	0,013	0,007	0,006	0,017	–	–	–	–	0,015	0,023	–	–	–	–
8	Chlorophyta – Зелені	0,12	0,027	1,43	0,186	0,78	0,125	1,006	0,103	0,56	0,09	0,12	0,014	0,08	0,012	0,33	0,054
	<b>РАЗОМ</b>	<b>24,49</b>	<b>0,91</b>	<b>20,12</b>	<b>0,68</b>	<b>28,72</b>	<b>0,85</b>	<b>25,61</b>	<b>1,07</b>	<b>21,29</b>	<b>0,88</b>	<b>25,28</b>	<b>0,96</b>	<b>15,65</b>	<b>0,64</b>	<b>25,73</b>	<b>0,98</b>
	Індекс сапробності	1,64		1,63		1,62		1,65		1,65		1,63		1,62		1,62	
	Індекс Шеннона за чисельністю фітопланктону, біт/екз	1,41		1,51		1,27		1,43		1,5		1,39		1,42		1,27	
	Індекс Шеннона за біомасою фітопланктону, біт/мг	2,98		3,2		2,74		2,83		2,65		2,55		2,86		2,83	

Треба відмітити, що максимальне значення індексу сапробності (1,65) було зареєстроване в обох створах рукава Старостамбульського, у рукавах Очаківській та Бистрий індекс сапробності перебував на рівні 1,62 – 1,63, а вище Вилкове дорівнював 1,64.

Слід звернути увагу, що у грудні 2022 р. зона сапробності, клас і категорія якості води, визначені згідно з Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод [5] за індексом сапробності та за біомасою фітопланктону, співпадали лише для створу рук. Старостамбульський 11 км (біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>) і відповідали II класу, 3 категорії: «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, β'-мезосапробній зоні.

Вода усіх інших досліджених створів за біомасою планктонних водоростей відповідала сусідній – більш чистій порівняно з визначеною за індексом сапробності – категорії якості води: 2 категорії II класу: «дуже добрі» за станом якості вод, «чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, α-олігосапробній зоні (біомаса 0,5 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), що пояснюється невисоким розвитком біомаси фітопланктону у прохолодні сезони.

Це свідчить про важливість урахування обох критеріїв якості води.

Таким чином, у грудні 2022 р. флористичний спектр фітопланктону 8 досліджених створів української частини р. Дунай був представлений переважно діатомовим комплексом, характерним для реофільного річкового фітопланктону холодного сезону, і відносно невисоким видовим різноманіттям – 50 видів, серед яких діатомові склали 28 таксонів, зелені 8, інші відділи – від 1 до 3. Кількість видів планктонних водоростей у досліджених створах коливалася від 14 до 19. Між створами відмічалася помітне коливання кількісного розвитку фітопланктону за чисельністю (15,65 – 28,72 млн. кл/дм<sup>3</sup>) і менш виразне за біомасою (0,64 – 1,07 мг/дм<sup>3</sup>). Чисельність фітопланктону визначалася головним чином синьозеленими водоростями, біомаса – синьозеленими та діатомовими, помітних значень в окремих створах досягали зелені й золотисті.

Індекс сапробності, розрахований за методом Пантле і Букка [7 – 9], перебував на рівні 1,62 – 1,65, тому якість води в усіх досліджених створах згідно з Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод [5] відповідала II класу якості вод, 3 категорії (значення індексу сапробності 1,6 – 2,0): «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, β'-мезосапробній зоні. У той же час, за біомасою фітопланктону до цієї категорії якості води відносився лише один створ – рук. Старостамбульський 11 км (біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>), а усі інші – до сусідньої, більш чистої, 2 категорії II класу: «дуже добрі» за станом якості вод, «чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, α-олігосапробній зоні (біомаса 0,5 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), що пояснюється невисоким розвитком біомаси фітопланктону у прохолодні сезони.

В цілому кількісний та якісний склад фітопланктону розглянутих створів у грудні 2022 р. відповідав прохолодному зимовому сезону й типу досліджених водойм.

### **Оцінка якості води за рівнем токсичності.**

Згідно з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», 1998, за критеріями вмісту і біологічної дії специфічних речовин класифікація якості поверхневих вод включає три спеціалізовані класифікації, а саме:

- екологічну класифікацію за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії;
- екологічну класифікацію за рівнем токсичності;
- екологічну класифікацію за критеріями специфічних показників радіаційної дії.

Нижче наведено результати визначення рівнів токсичності поверхневих вод у грудні 2022 року, які було відібрано у 8 створах р. Дунай. У пробах води визначали рівні хронічної токсичності води за допомогою методики біотестування.

Забруднення водних об'єктів токсичними речовинами може викликати хронічну дію води на водні організми, що проявляється у порушенні їх життєдіяльності і погіршенні самоочисної здатності водних об'єктів та їх екологічного стану. У зв'язку з цим, нормативом гранично допустимого рівня токсичності поверхневих вод, який запобігає порушенню процесів життєдіяльності водних організмів, є відсутність хронічної токсичності

Хронічну токсичність води визначали за допомогою методики біотестування на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.

Методика біотестування для визначення хронічної токсичності води ґрунтується на встановленні різниці між виживаністю і(або) плодючістю церіодафній у воді, що аналізується (дослід) та у воді, в якій церіодафнії утримуються (контроль).

Рівень хронічної токсичності виражали в умовних одиницях хронічної токсичності (ОТ<sub>х</sub>) шляхом встановлення мінімальної кратності розбавлення, за якою хронічна токсичність води не виявлялась.

Якісну оцінку рівнів хронічної токсичності води здійснювали за класифікаційною шкалою, яку наведено в таблиці 2.4.

**Таблиця 2.4.** Класифікація якості води за рівнями хронічної токсичності

Клас якості води	Ступінь забрудненості	Рівень хронічної токсичності, ОТ <sub>х</sub>
I	чиста	1,0
II	слабко забруднена	1,1-2,0
III	помірно забруднена	2,1-4,0
IV	брудна	4,1-8,0
V	дуже брудна	більше 8,0

Для кількісної оцінки хронічної токсичності проби води встановлювали найменшу кратність розбавлення води, за якої хронічна токсична дія не виявляється.

У грудні 2022 р. серед 8 проб води 2 виявили хронічну токсичність. Дві проби води, які чинили хронічну токсичну дію на тест-об'єкти – церіодафнії, за токсикологічним показником не відповідали встановленому нормативу [13].

Дві проби води (р. Бистрий 9 км, р. Старостамбульський 4 км) віднесено до 2 класу якості, такі води є слабо забрудненими. За результатами біотестування 6 проб води за ступенем забрудненості віднесено до I класу якості – вода чиста (р. Дунай вище м. Вилкове 1 км; р. Старостамбульський 11 км; р. Бистрий 1 км, 0 км; р. Очаківський 17 км, 6 км).

### **Результати експедиційних досліджень Інститута гідробіології Національної академії наук України (ІГБ).**

Впродовж 16.12–21.12.2022 року були проведені експедиційні дослідження в Кілійській дельті Дунаю, обстежена траса ГСХ уздовж рукавів Соломонів, Кілійський, Старостамбульський, а також прилегла ділянка Очаківського рукава. За стандартними гідробіологічними методиками з урахуванням рекомендацій Водної Рамкової Директиви ЄС здійснено відбір альгофлори (20 проб), бентосних безхребетних (15 проб), а також бактеріопланктону (10 проб). Разом з відбором гідробіологічних проб виконані виміри фізико-хімічних параметрів: глибина, прозорість, температура, рН, електропровідність, солоність, концентрація та насиченість води киснем – загалом 70 промірів.

Впродовж експедиційних досліджень проведено виміри низки гідрохімічних та гідрофізичних показників водного середовища:

1) температури води, рН, мінералізації, eН – кишеньковим рН-метр/ кондуктометр / TDS-метром HI98130.

2) концентрація розчиненого кисню у воді та відсоток насиченості її киснем — оксиметром AZ-86021.

Відбір гідробіологічного матеріалу відбувався за відповідними методиками:

Проби бактеріопланктону відбирали з поверхневого шару на чистоводді в стерильні пробірки об'ємом 20 мл. На кожній станції відбирали по 2 повторності бактеріопланктону. В подальшому в лабораторії проводили процес пробопідготовки для визначення наступних показників:

- кількість евтрофних бактерій у воді — підрахунок колоній, що вирости на поживному середовищі, а саме рибо-пептонному агарі, за температури 22<sup>0</sup>С;
- кількість оліготрофних бактерії у воді — підрахунок колоній, що вирости на поживному середовищі, а саме голодному агарі, за температури 22<sup>0</sup>С;
- кількість санітарно-показових мікроорганізмів у воді, що інкубували на підложках поживних середовищ DriFilter;
- чисельність бактеріопланктону — чисельність бактерій у воді, визначена *in situ*;
- чисельність клітин з ушкодженою цитоплазматичною мембраною (мертвих клітин), визначена *in situ*.

Проби фітопланктону відбирали з поверхневого шару води окремо на чистоводді і в заростях вищих водяних рослин в мірні пляшки об'ємом 0,5 л. Проби мікрофітобентосу відбирали на мілководді (до 0,7 м) чистоводдя та заростей за допомогою мікробентометра МБ-ТЕ. З кожної станції було відібрано 4 альгологічних проби (по 2 фітопланктону та мікрофітобентосу). Матеріал фіксували 40% розчином формальдегіду і доставляли в лабораторію для подальшого відстоювання і обробки.

Проби бентосних безхребетних відбирали з донних субстратів на чистоводді та в заростях макрофітів за допомогою пробовідбірників (дночерпак Петерсена (мала модель), біоценометр і сачок) в залежності від глибини та типу донних відкладів. Для відбору проб фітофільної фауни застосовували ручний збір та гідробіологічний сачок.

З кожної ділянки було відібрано по 3 проби бентосних безхребетних (2 – донної та 1 фітофільної фауни). Всі проби фіксували 40%-м розчином формальдегіду і доставляли в лабораторію для подальшої обробки.

У зв'язку з зимовим сезоном, пригніченим розвитком вищої водної рослинності, яка на ділянках переважно була представлена очеретом звичайним, дослідження водних макрофітів та молоді риб не проводили.

Загалом було відібрано 10 проб бактеріопланктону, 10 проб фітопланктону, 10 проб мікрофітобентосу та 15 проб бентосних безхребетних.

Результати гідрофізичних та гідрохімічних вимірів отримані впродовж експедиційних досліджень узагальнені в таблиці 2.5.

**Таблиця 2.5.** Гідрофізичні та гідрохімічні параметри водного середовища станцій моніторингу в грудні 2022 р.

№	Назва станції	Біотоп	Параметри середовища						
			глибина, м	t, °C	pH, од.	eH, mS	солоність, %	O <sub>2</sub> , мг/л	O <sub>2</sub> , %
1	рук. Соломонів	чистоводдя	0,70	4,80	8,32	0,35	0,18	10,50	80,30
		зарості	0,70	5,20	8,29	0,35	0,18	11,20	87,60
		в середньому	0,70	5,00	8,31	0,35	0,18	10,85	83,95
2	рук. Кілійський, вище морвокзалу	чистоводдя	0,70	4,50	8,10	0,73	0,38	11,30	87,90
		зарості	0,70	4,20	8,10	0,50	0,25	11,40	87,40
		в середньому	0,70	4,35	8,10	0,62	0,32	11,35	87,65
3	рук. Старостамбульський, виток	чистоводдя	1,00	4,10	8,19	0,42	0,23	11,40	87,20
		зарості	1,00	3,90	8,27	0,44	0,22	11,80	90,90
		в середньому	1,00	4,00	8,23	0,43	0,23	11,60	89,05
4	рук. Кілійський, нижче морвокзалу	чистоводдя	0,50	5,10	8,28	0,36	0,18	11,40	89,40
		зарості	0,50	4,90	8,24	0,36	0,18	11,50	90,30
		в середньому	0,50	5,00	8,26	0,36	0,18	11,45	89,85
5	рук. Очаківський, виток	чистоводдя	0,50	5,40	8,30	0,36	0,18	11,80	92,80
		зарості	0,50	4,40	8,36	0,36	0,18	11,80	91,10
		в середньому	0,50	4,90	8,33	0,36	0,18	11,80	91,95

У зв'язку з проведенням моніторингових робіт на прибережних ділянках, глибина в заростях макрофітів та на чистоводді на всіх станціях була однаковою і в цілому змінювалась від 0,5 м до 1,0 м.

Температура води на чистоводді змінювалась від 4,10 до 5,40<sup>0</sup>C, а в заростях – від 3,90 до 5,20<sup>0</sup>C, на всіх ділянках крім рукава Соломонів температура води в заростях була нижчою, ніж на чистоводді. Мінімальні значення середніх температур найнижчими були на ділянці витоку рукава Старостамбульський, а найвищими – в рукаві Соломонів та в рукаві Кілійський нижче морвокзалу.

Показники рН змінювались в незначних межах (8,10–8,32 – на чистоводді та 8,10–8,36 – в заростях) і в цілому відповідали слабколужним водам. В рукаві Соломонів

та в рукаві Кілійський нижче морвокзалу показники рН на чистоводді були вищими, ніж в заростях, в рукавах Старостамбульський та Очаківський – спостерігалась зворотна картина, а на ділянці Кілійського рукава вище морвокзалу – в обох біотопах показники рН були однаковими. На останній ділянці середні показники рН були найменшими, а в рукаві Очаківський – найвищими.

Електропровідність змінювалась в межах 0,35–0,73 mS на чистоводді та 0,35–0,50 mS – в заростях. Середні значення показника були найвищими на ділянці Кілійського рукава вище морвокзалу, а найнижчими – рукаві Соломонів. На більшості ділянок в заростях та на чистоводді показники еН були однаковими, незначна різниця спостерігалась в рукаві Старостамбульський та на ділянці Кілійського рукава вище морвокзалу.

Солоність вод станцій моніторингу не перевищувала меж гіпогалінної зони, максимальні значення цього показника як в заростях, так і на чистоводді зареєстровані в рукаві Кілійський вище морвокзалу.

Концентрація O<sub>2</sub> у воді змінювалась в межах 10,50–11,80 мг/л на чистоводді і 11,20–11,80 мг/л – в заростях, що відповідало 80,30–92,80 і 87,40–91,10 % насичення води O<sub>2</sub> відповідно. В заростях більшості ділянок ці показники були вищими, ніж на чистоводді і лише в рукаві Очаківський – концентрація O<sub>2</sub> – однаковою, а насичення на чистоводді – вищим. Остання ділянка характеризувалась максимальними значеннями обох показників, а найменші значення зареєстровані в рукаві Соломонів.

Ст. 1. Рукав Соломонів. Досліджена ділянка розташована по правому берегу рукава, вище м. Вилкове та нижче впадіння в Дунай каналу Дунай-Сасик. Ширина рукава складає 280 м. Прибережні ділянки акваторії мілководні, глибина по фарватеру до 5,0 м. Берег утворює одну терасу і переходить в зарості верболозів, або господарчі ділянки. В зимовий період течія в рукаві була майже відсутня. Загалом рукав Соломонів відрізняється нерівномірно зарослими прибережними ділянками. Макрофіти представлені торішнім очеретом, який утворює куртини шириною до 4,0 метрів і довжиною 5,0–10,0 м. Між куртинами відмічаються ділянки без очерету, періодично затінені вербою. Відсутність очерету також ймовірно пов'язана з його вилученням людиною для утворення відкритих місць риболовлі з берега.

Ст. 2. Рукав Кілійський, вище морвокзалу. Ділянка знаходиться на правому березі в межах м. Вилкове, характеризується значним антропогенним навантаженням у зв'язку з наявністю значної кількості зернових суден, які мають тимчасову зупинку на акваторіях Кілійського рукава від морвокзалу вверх за течією. Ширина ріки в місці розташування ділянки – 640 м, глибини змінюються від 0,5 до 6,0 м. Береги змінені людиною, укріплені дерев'яними колодами, побудована значна кількість рибачьких вимостків, у воді на відстані 5 метрів від берега розташовані швартовочні труби. Глибини на ділянці змінюються від 0,5 до 5,0–6,0 м, течія на період досліджень була слабкою. Рослинність представлена куртинами очерету, шириною до 5,0 м та довжиною 3,0–4,0 м, періодично на мілководді відмічаються полоси відмерлої їжачої голівки прямої.

Ст. 3. Рукав Старостамбульський, виток. Ділянка розташована на правому березі рукава поза межами населених пунктів. Ширина ріки в цьому місці 560 м, глибини змінюються від 0,5 м до 6,0 м. Береги природні, зарослі, переходять в плавні, середня глибина в прибережній зоні складають 0,7 м, а на фарватері – до 6,0 м. Течія в зимовий період слабка. Водна рослинність представлена відмираючим очеретом звичайним, який утворює широкі зарості (до 5,0 м від берега), що спорадично перерізаються рибачькими вимостками для підходів до рибачьких будиночків.

Ст. 4. Рукав Кілійський, нижче морвокзалу. Ділянка розташована на правому березі рукава в межах м. Вилкове. Ширина ріки в цьому місці складає 830 м, глибини змінюються від 0,5 м в прибережній частині до 6,0 м ближче до фарватеру. Вздовж берегової зони тягнеться приватна житлова забудова, береги періодично укріплені дерев'яними колодами, вздовж всієї ділянки на відстані 10,0–15,0 м один від одного розташовані вимостки та приватні причали. Береги переважно зарослі вербою, у воді між окремими вимостками розташовані куртини очерету звичайного шириною до 4,0–5,0 м.

Ст. 5. Рукав Очаківський, виток. Ділянка розташована по правому березі рукава нижче м. Вилкове. Ширина ріки в цьому місці складає 120 м, глибина змінюється від 0,5 до 1,0 м. Берег пологий, природний, переходить в плавні. Уздовж берега тягнуться зарості повітряно-водних рослин – очерету звичайного, рогозу широколистого, зустрічається їжача голівка пряма. Ширина цих заростей становить 3,0–4,0 метри, перед ними на дні ріки трапляються плями водопериці колосистої, розміри яких неможливо сказати у зв'язку з низькою прозорістю води.

Попередні результати **мікробіологічних досліджень** наведені в таблиці 2.6.

**Таблиця 2.6.** Характеристика проб води ділянок р. Дунай в грудні 2022 р. за результатами мікробіологічного дослідження

Станція / Показник	№ 1, рукав Соломонів	№ 2, рукав Кілійський, вище морвокзалу	№ 3, рукав Кілійський, нижче морвокзалу	№ 4, рукав Старостамбульський, виток	№ 5, рукав Очаківський, виток
Кількість евтрофних бактерій, тис.кл/см <sup>3</sup>	64,8	72,8	90,6	150,0	283,2
Якість поверхневих вод за показником кількості евтрофних бактерій*	IV клас 6 категорія брудні	IV клас 6 категорія брудні	IV клас 6 категорія брудні	V клас 7 категорія дуже брудні	V клас 7 категорія дуже брудні
Кількість оліготрофних бактерій тис.кл/см <sup>3</sup>	70,2	111,0	89,4	74,4	65,6
Співвідношення евтрофних до оліготрофних бактерій	0,9	0,7	1,0	2,0	4,3
<i>Escherichia coli</i> , КУО/100 см <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
<i>Klebsiella spp.</i> , КУО/100 см <sup>3</sup>	6600	1200	900	200	2500
Інші кишкові Гр-негативні бактерії, КУО/100 см <sup>3</sup>	9800	5100	8200	6400	2700
<i>Enterococcus faecalis</i> , КУО/100 см <sup>3</sup>	30300	38700	53900	54500	2200
<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>St. epidermidis</i> , КУО/100 см <sup>3</sup>	300	300	900	200	300
<i>Salmonella spp.</i> , КУО/100 см <sup>3</sup>	0	0	0	0	0



Пріітка: \* – за Романенко В.Д. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк. – К.: Мінекоресурсів України, 2001. – 48 с.

Кількість евтрофних бактерій змінювалась від 64,8 до 283,2 тис. кл/см<sup>3</sup>, що в рукавах Соломонів та Кілійський відповідало IV класу якості (брудні води), а в рукавах Старостамбульський та Очаківський – V класу якості (дуже брудні води) [Романенко та ін., 2001].

Кількість оліготрофних бактерій змінювалась в межах 65,6–111,0 тис. кл/см<sup>3</sup> і найвищою була в рукаві Кілійський вище морвокзалу. Ця ділянка характеризувалась найнижчим показником співвідношення евтрофних та оліготрофних бактерій, а максимальним це й показник був в рукаві Очаківський.

Серед патогенних мікроорганізмів *Escherichia coli* та *Salmonella* spp. в пробах не виявлені. Кількість *Klebsiella* spp. та інших кишкових Грам-негативних бактерій найвищою була в рукаві Соломонів, *Enterococcus faecalis* – в рукаві Старостамбульський, а *Staphylococcus aureus* і *St. epidermidis* – в рукаві Кілійський нижче морвокзалу.

### **Висновки за розділом**

1. У грудні 2022 р. флористичний спектр фітопланктону 8 досліджених створів української частини р. Дунай був представлений переважно діатомовим комплексом, характерним для реофільного річкового фітопланктону холодного сезону, і відносно невисоким видовим різноманіттям – 50 видів, серед яких діатомові склали 28 таксонів, зелені 8, інші відділи – від 1 до 3. Кількість видів планктонних водоростей у досліджених створах коливалася від 14 до 19. Між створами відмічалось помітне коливання кількісного розвитку фітопланктону за чисельністю (15,65 – 28,72 млн. кл/дм<sup>3</sup>) і менш виразне за біомасою (0,64 – 1,07 мг/дм<sup>3</sup>). Чисельність фітопланктону визначалась головним чином синьозеленими водоростями, біомаса – синьозеленими та діатомовими, помітних значень в окремих створах досягали зелені й золотисті.

Індекс сапробності, розрахований за методом Пантле і Букка [7 – 9], перебував на рівні 1,62 – 1,65, тому якість води в усіх досліджених створах згідно з Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод [5] відповідала II класу якості вод, 3 категорії (значення індексу сапробності 1,6 – 2,0): «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, β'-мезосапробній зоні. У той же час, за біомасою фітопланктону до цієї категорії якості води відносився лише один створ – рук. Старостамбульський 11 км (біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>), а усі інші – до сусідньої, більш чистої, 2 категорії II класу: «дуже добрі» за станом якості вод, «чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, α-олігосапробній зоні (біомаса 0,5 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), що пояснюється невисоким розвитком біомаси фітопланктону у прохолодні сезони.

В цілому кількісний та якісний склад фітопланктону розглянутих створів у грудні 2022 р. відповідав прохолодному зимовому сезону й типу досліджених водойм.

За рівнями хронічної токсичності дві проби води (р. Бистрий 9 км, р. Старостамбульський 4 км) віднесено до 2 класу якості, такі води є слабо забрудненими. За результатами біотестування 6 проб води за ступенем забрудненості віднесено до I класу якості – вода чиста (р. Дунай вище м. Вилкове 1 км; р. Старостамбульський 11 км; р. Бистрий 1 км, 0 км; р. Очаківський 17 км, 6 км).

2. Впродовж 16.12–21.12.2022 року ІГБ були проведені експедиційні дослідження в Кілійській дельті Дунаю, обстежені ділянки ГСХ Дунай–Чорне море на рукавах Соломонів, Кілійський та Старостамбульський, а також ділянку рукава Очаківський, яка є дотичною до траси ГСХ. Відбір проб бактеріопланктону, альгофлори та бентосних безхребетних здійснений за стандартними гідробіологічними методиками з урахуванням рекомендацій Водної Рамкової Директиви ЄС.

Загалом відібрано 10 проби бактеріопланктону, 20 проб альгофлори (фітопланктон та фітомікробентос), 15 проб бентосних безхребетних.

Разом з відбором проб здійснені 70 вимірів фізико-хімічних параметрів: глибина, температура, рН, електропровідність, солоність, концентрація та насиченість води киснем. Глибина на станціях варіювала від 0,5 до 1,0 м, температура води від 3,9 °С до 5,4 °С, солоність вод змінювалась в межах 0,18–0,38 ‰, рН – 8,10–8,36 од., електропровідність – 0,35–0,73 мС, концентрація O<sub>2</sub> – 10,50–11,80 мг/л, насиченість води киснем – 80,30–92,80 %. Основні біотичні та абіотичні умови (стан заростей макрофітів, температура,) відповідали зимовому періоду. В місцях локалізації суден «зернового коридору» (рукав Кілійський вище морвокзалу) зареєстровано найнижчі серед усіх станцій моніторингу значення рН води та найвищі показники еН та солоності.

Попередні дані мікробіологічних досліджень встановили приналежність вод досліджених ділянок до IV–V класу (брудні – дуже брудні води) якості вод, а також виявили у воді присутність патогенних мікроорганізмів (*Klebsiella* spp., *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* і *St. epidermidis*).

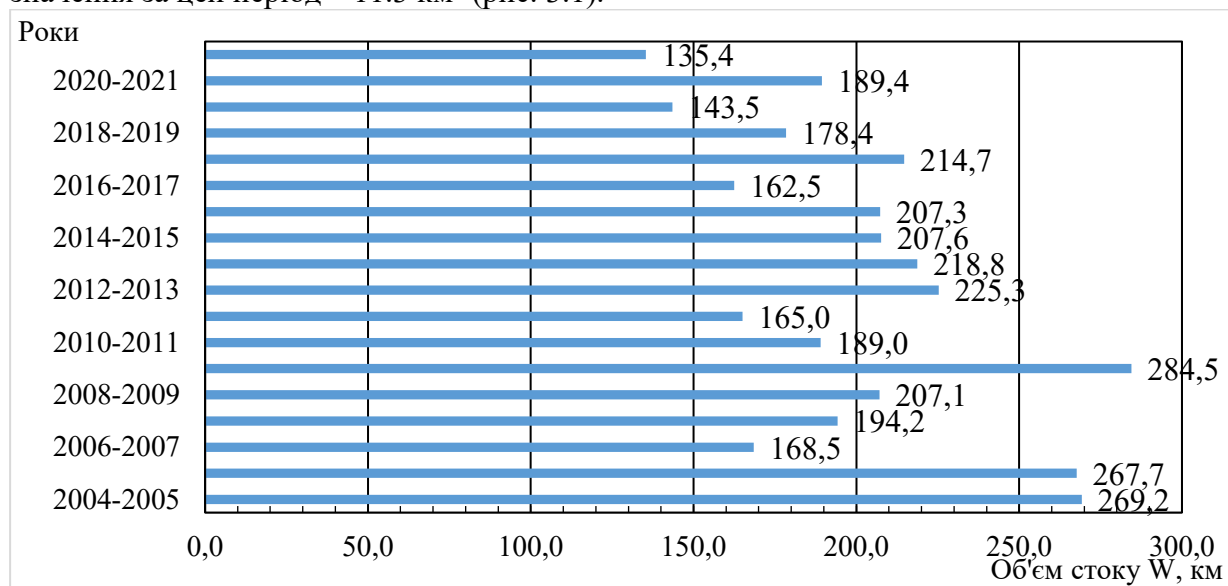
### **Література до розділу**

1. Асаул З. І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. - Київ, Наукова думка, 1975. – 408 с.
2. Визначники прісноводних водоростей Української РСР. - Київ, Наукова думка. Випуски 1-12.
3. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. - Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
4. Киселев А.И., Планктон морей и континентальных водоемов. Москва – Ленинград, «Наука», Т. 1-2.
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, та ін. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.
6. Оксіюк О.П., Стольберг Ф.В. Управление качеством воды в каналах. – Киев: Наук. думка, 1986. – 176 с.
7. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. - М.: Изд-во СЭВ, 1976. – 185 с.
8. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Приложение 1. Индикаторы сапробности.- М.: Изд-во СЭВ, 1977.–С.11-42.
9. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. - М.: Изд-во СЭВ, 1977. – 228 с.
10. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наук. думка, 1990. – 208 с.
11. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначання сублетальної та хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 1076:2000, MOD).
12. КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Затв. наказом Мінприроди України від 21.05.97 № 68.
13. Методика визначення рівнів токсичності поверхневих і зворотних вод для контролю відповідності їх якості встановленим нормативним вимогам. / Мінекобезпеки України. - Київ, 2000.

### 3. Контрольні спостереження в процесі експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море (морська частина)

Для аналізу гідрометеорологічної ситуації на морському узбережжі Дунаю в IV кварталі 2022 р. були проаналізовані середньомісячні значення температури поверхневого шару води і повітря (<http://pogoda.by/gidro/>) [1] і дані по стоку р. Дунай, надані Дунайською гідрометеорологічною обсерваторією.

За осінній період IV кварталу 2022 р. на узмор'ї р. Дунай сумарні обсяги стоку Дунаю за вересень 2022 р. склали 7.34 км<sup>3</sup>, за жовтень 2022 р. – 11.3 км<sup>3</sup>, за листопад 2022 р. – 8.11 км<sup>3</sup> при середніх багаторічних значеннях 11.5 км<sup>3</sup>, 12.4 км<sup>3</sup> і 13.1 км<sup>3</sup> відповідно. За значенням місячних об'ємів стоку для IV кварталу 2022 р. найбільш близькими були вересень 2015 р. – 7.76 км<sup>3</sup> і вересень 2011 р. – 8.20 км<sup>3</sup>; жовтень 2015 р. – 11.0 км<sup>3</sup>, жовтень 2016 р. – 11.0 км<sup>3</sup> і жовтень 2013 р. – 11.7 км<sup>3</sup>; листопад 2011 р. – 8.20 км<sup>3</sup> і листопад 2018 р. – 8.90 км<sup>3</sup>. Сумарний об'єм стоку з грудня 2021 р. по листопад 2022 р. склав за 12 місяців 135.4 км<sup>3</sup>, середнє значення за цей період – 11.3 км<sup>3</sup> (рис. 3.1).



**Рис. 3.1.** Розподіл об'єму стоку р. Дунай за роками (з грудня попереднього року по листопад наступного)

Як видно з рис.3.1, найбільш близькими за водністю роками є 2020 р. (з грудня 2019 р. по листопад 2020 р.) – 143.5 км<sup>3</sup>, 2017 р. (з грудня 2016 р. по листопад 2017 р.) – 162.5 км<sup>3</sup>. Середньомісячні і квартальні значення температури повітря, поверхневого шару води і придонного шару води на ділянках морського узбережжя Дунаю представлені в табл. 3.1.

**Таблиця 3.1.** Середні за місяць та за IV квартал 2022 р. значення температури води і повітря (°C), Суліна [2]

Місяць	Т <sub>w</sub> , °C на поверхні	Т <sub>w</sub> , °C біля дна	Т повітря, °C
Вересень	22.1	14.5–19.5	19.1
Жовтень	17.4	12.5–15.5	14.9
Листопад	12.9	10.5–12.0	10.2
IV квартал	17.5		14.7

Прогнозна оцінка рівня забруднення ґрунтів на IV кв. 2022 р. базується на результатах фактичних експедиційних спостережень, що були проведені у жовтні 2021 р.

#### *Гранулометричний аналіз ґрунтів*

Результати гранулометричного складу донних відкладів наведені в табл. 3.2.

#### *Забруднення донних відкладів*

Результати аналізу донних відкладів на вміст забруднюючих речовин (токсичних металів та суми нафтових вуглеводнів) наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.2. Результати гранулометричного складу донних відкладень (жовтень 2021 р., вміст фракцій дано в процентах)

№ станції	Літологія	W %	Вага, в грамах,	Псефіт				Пісок			Алеврит		Пеліт	
				>10 мм	>5 мм	>2 мм	>1 мм	>0,5м м	>0,25м м	>0,1 мм	>0,05м м	>0,01 мм	>0,005 мм	0,005 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	мул	174	161.96	-	-	-	-	-	-	20.12	6.17	25.15	7.67	-
				-	-	-	-	-	-	34.04	10.44	42.55	12.97	-
				0.0				34.04			52.99		12.97	
										<b>100</b>	<b>65.96</b>	<b>55.52</b>	<b>12.97</b>	-
7	мул	72	132.62	-	1.40	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	9.71	1.99	40.15	20.12	3.73
				-	1.82	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	12.59	2.58	52.08	26.09	4.84
				1.82				12.59			54.66		30.93	
				-	<b>1.82</b>	<b>Сл.</b>	Сл.	Сл.	Сл.	<b>98.12</b>	<b>85.59</b>	<b>83.01</b>	<b>30.93</b>	<b>4.84</b>
7-1	мул	70	159.66	-	-	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	24.67	12.49	55.80	0.96	-
				-	-	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	26.27	13.30	59.41	1.02	-
				0.0				26.27			72.71		1.02	
										<b>100</b>	<b>73.73</b>	<b>60.43</b>	<b>1.02</b>	-
7-2	мул	123	107.32	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	1.01	1.88	30.00	15.11	0.13
				Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	2.10	3.91	62.33	31.39	0.27
				0.0				2.10			66.24		31.66	
8	мул	108	183.22	-	-	-	Сл.	-	-	Сл.	Сл.	69.11	13.90	5.07
				-	-	-	Сл.	-	-	Сл.	Сл.	78.46	15.78	5.76
				0.0				0.0			78.46		21.54	
												<b>100</b>	<b>21.54</b>	<b>5.76</b>
10	пісок	37	109.72	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	11.34	13.01	33.99	0.67	18.15	2.93	-
				Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	14.16	16.24	42.44	0.84	22.66	3.66	-
				0.0				72.84			23.50		3.66	
								<b>100</b>	<b>85.79</b>	<b>69.54</b>	<b>27.10</b>	<b>26.32</b>	<b>3.66</b>	-
10-2	пісок	47	141.42	1.00	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	10.02	60.81	2.23	17.01	5.13	1.00
				1.04	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	10.42	63.21	2.32	17.69	5.33	1.04
				1.04				76.63			20.00		6.37	
									<b>100</b>	<b>89.58</b>	<b>26.37</b>	<b>24.05</b>	<b>6.37</b>	<b>1.04</b>

## Продовження таблиці 3.2.

№ станції	Літологія	W %	Вага, в грамах,	Псефіт				Пісок			Алеврит		Пеліт	
				>10 мм	>5 мм	>2 мм	>1 мм	>0,5 мм	>0,25 мм	>0,1 мм	>0,05 мм	>0,01 мм	>0,005 мм	0,005 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-3	пісок	30	118.05	-	-	-	-	Сл.	43.27	35.83	11.71	-	-	-
				-	-	-	-	Сл.	47.65	39.46	12.90	-	-	-
				0.0				87.11			12.90		0.0	
									<b>100</b>	<b>52.36</b>	<b>12.90</b>	-	-	-
10-4	пісок	24	97.89	-	-	-	-	14.06	14.79	24.80	6.11	16.81	2.37	-
				-	-	-	-	17.81	18.74	31.42	7.74	21.29	3.00	-
				0.0				67.97			29.31		3.00	
								<b>100</b>	<b>82.19</b>	<b>63.45</b>	<b>32.03</b>	<b>24.29</b>	<b>3.00</b>	-
17	мул	166	114.32	-	-	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	1.35	1.77	30.81	9.05	-
				-	-	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	3.14	4.12	71.68	21.06	-
				0.0				3.14			75.80		21.06	
										<b>100</b>	<b>96.86</b>	<b>92.74</b>	<b>21.06</b>	-
18	мул	85	181.16	-	-	-	-	Сл.	Сл.	11.40	13.75	55.11	9.52	8.14
				-	-	-	-	Сл.	Сл.	11.64	14.04	56.28	9.72	8.31
				0.0				11.64			70.32		18.03	
										<b>100</b>	<b>88.35</b>	<b>74.31</b>	<b>18.03</b>	<b>8.31</b>
19	мул	138	127.60	-	-	-	Сл.	Сл.	Сл.	1.51	3.60	39.98	7.12	1.40
				-	-	-	Сл.	Сл.	Сл.	2.82	6.72	74.58	13.28	2.61
				0.0				2.82			81.30		15.89	
										<b>100</b>	<b>97.19</b>	<b>90.47</b>	<b>15.89</b>	<b>2.61</b>

Примітки:

1 ряд – вага висушених фракцій

2 ряд – процентний вміст фракцій

3 ряд – сумарний вміст пеліту, алевриту, піску і більш крупних фракцій (%)

4 ряд – жирним шрифтом виділено вміст фракцій для побудови кумулятивних кривих (розрахунок медіанного діаметру (Md) та коефіцієнту сортування (So),

Сл., – сліди, Вологість проб донних відкладень визначалася двічі

**Таблиця 3.3.** Вміст забруднюючих речовин у донних відкладеннях узмор'я дельти Дунаю (23.10. та 26.10.2021)

№ станції	Глибина місця м	Координати		Ртуть мг/кг	Кадмій мг/кг	Свинць мг/кг	Мідь мг/кг	Цинк мг/кг	Миш'як мг/кг	Феноли мг/кг	Нафтопродукти мг/кг
		Широта	Довгота								
23 жовтня											
6	22.4	45°21.158'	029°51.784'	0.140	0.282	37.3	<b>44.7</b>	116	9.88	0.72	580
10-2	24.2	45°19.231'	029°52.853'	0.078	0.116	14.5	9.86	59.1	5.57	<b>1.48</b>	798
10-3	19.7	45°18.836'	029°52.198'	0.061	0.050	9.51	1.77	30.1	3.77	0.32	<20
10	21.2	45°19.389'	029°52.100'	0.084	0.202	16.1	12.5	60.9	5.79	0.54	830
10-4	19.9	45°19.200'	029°51.300'	0.110	0.069	11.0	0.77	34.0	3.58	0.31	48.2
17	23.2	45°15.697'	029°50.669'	0.144	0.305	<b>40.4</b>	39.6	<b>133</b>	9.62	0.54	<b>3330</b>
7-2	6.0	45°19.696'	029°47.204'	<b>0.175</b>	0.324	25.5	40.3	119	9.71	0.92	132
7-1	5.3	45°20.172'	029°46.453'	0.070	0.184	16.8	16.8	68.9	8.23	0.53	<20
7	4.8	45°20.249'	029°45.828'	0.108	<b>0.402</b>	27.4	44.3	112	<b>10.5</b>	0.72	1960
26 жовтня											
8	12.0	45°19.300'	029°47.980'	0.085	0.235	16.7	39.6	115	9.97	0.87	327
19	11.0	45°17.489'	029°47.116'	0.124	0.399	25.5	27.7	106	7.58	0.62	138
18	20.5	45°16.400'	029°49.867'	0.111	0.343	26.1	28.1	99.8	8.53	0.63	462
Середнє значення				0.108	0.243	22.2	25.5	87.8	7.73	0.68	717
Діапазони класів якості				A-III	A	A-II	A-I	A-II	A-IV	A-I	A-IV
Середній клас якості				I	A	II	A	II	II	A	III

Прогнозується, що у IV кв. 2022 р. вміст забруднюючих речовин (токсичних металів, фенолів та суми нафтових вуглеводнів) в донних відкладеннях буде подібним до їх вмісту, зареєстрованого у IV кв. 2021 р. (табл. 3.3).

Виходячи з даних, наведених у табл. 3.3 можна припустити, що у IV кв. 2022 р. серед усіх металів в найбільшій концентрації в донних відкладеннях може бути присутній цинк з можливим максимумом на ст. 17 (133 мг·кг<sup>-1</sup>, що буде відповідати II класу якості). Також його підвищенні концентрації можуть спостерігатися в районі ст. 7-2, 6, 8, 7 та 19 (119, 116, 115, 112, та 106 мг·кг<sup>-1</sup>, відповідно). На інших станціях рівень забруднення донних відкладень цинком у IV кв. 2022 р. може бути нижче 100 мг·кг<sup>-1</sup>.

У IV кв. 2022 р. концентрації ртуті в донних відкладеннях можуть коливатися в діапазоні 0.061–0.175 мг·кг<sup>-1</sup>, середнє значення може сягати 0.108 мг·кг<sup>-1</sup>, що відповідатиме I класу якості. Можливо максимум ртуті буде сягати 0.175 мг·кг<sup>-1</sup> (III клас) (у жовтні 2021 р. така величина зареєстрована на ст. 7-2).

Концентрації кадмію в донних відкладеннях можуть бути незначними і не перевищувати 1.0 мг·кг<sup>-1</sup>, що відповідатиме класу якості A. Максимум кадмію може скласав 0.402 мг·кг<sup>-1</sup>.

У IV кв. 2022 р. максимальна концентрація міді в донних відкладеннях досліджуваного району може сягати близько 44.7 мг·кг<sup>-1</sup>, що відповідатиме I класу якості. Її підвищенні концентрації можуть спостерігатися в районі ст. 7, 7-2, та 17 і 8 (близько 44.3, 40.3 та 39.6 мг·кг<sup>-1</sup>, відповідно). На інших станціях рівень забруднення донних відкладень міддю може бути нижче 30 мг·кг<sup>-1</sup> – клас якості A.

В IV кв. 2022 р. максимальна концентрація свинцю в донних відкладеннях досліджуваного району може бути виявлена в південній частині полігону на станції 17 (близько 40.4 мг·кг<sup>-1</sup>, клас якості II).

Концентрації миш'яку в донних відкладеннях також як і ртуті можуть коливатися в діапазоні  $3.77-10.5 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , середнє значення може становити  $7.73 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , що відповідатиме II класу якості. Максимум миш'яку може сягати  $10.5 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  (IV клас) (у жовтні 2021 р. така концентрація відмічена на ст. 7-2).

У IV кв. 2022 р. можуть бути підвищені концентрації нафтопродуктів у донних відкладеннях узмор'я рукава Бистрий. У жовтні 2021 р. зафіксовані два максимуми нафтових вуглеводнів –  $3330$  та  $1960 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  (клас якості IV), в районі ст. 17 в південній частині полігону та ст. 7 в підхідному каналі відповідно.

Підвищені концентрації (більше  $300 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , III клас якості) можуть спостерігатися на ст. 10 (район дампіну ґрунтів днопоглиблення) –  $830 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , ст. 6, на північ від звалища, –  $580 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , ст. 18, на південь від звалища –  $462 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  та ст. 8 на виході з підхідного каналу –  $327 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ . На інших станціях рівень забруднення донних відкладень нафтопродуктами може бути незначним і не перевищувати  $140 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  – клас якості I-A.

В середньому у IV кв. 2022 р. якість донних відкладень району досліджень по рівню забруднення НВ, як і у жовтні 2021 р., може відповідати III класу якості.

Відповідно до фактичних даних, отриманих у жовтні 2021 р., концентрації фенолів у IV кв. 2022 р. в середньому можуть коливались в діапазоні від  $0.31-1.48 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , при середньому значенні  $0.68 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ , що відповідатиме класу якості А. Максимальне значення концентрації фенолів може сягати  $1.48 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  (I клас якості), мінімальне –  $0.31 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

### **Прогнозна оцінка стану макрозообентосу**


У пригирловому узмор'ї р. Дунай на структуру угруповань макрозообентосу значно впливають гідрологічні умови регіону, в тому числі об'єм річкового стоку. За об'ємом річкового стоку 2022 р. найбільш подібний до 2020 р. та 2017 р (див. Розділ 1). Враховуючи, що у 2020 р. у 4 кв. експедиційні спостереження угруповань макрозообентосу в даному районі не проводились, прогнозна оцінка стану угруповань донних макробезхребетних та кормового компоненту макрозообентосу проведена з урахуванням фактичних даних, отриманих в 4 кварталі 2017 р.

У листопаді 2017 р. у складі макрозообентосу зареєстровано 38 таксонів (черви та молюски по 15 таксонів, ракоподібні – 5, інші групи – 2). До постійних відносились *Alitta succinea*, *Nephtys hombergii*, *Spio filicornis*, *Cylichnina strigella*, *Spisula subtruncata*, *Lentidium mediterraneum* та *Ampelisca diadema*. Кількісні показники макрозообентосу на станціях, варіювали в значних межах (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4.** Розподіл кількісних показників макрозообентосу на станціях окремих ділянок Придунайського району Чорного моря у листопаді 2017 р.

№ станції	Глибина, м	Кількість таксонів	Чисельність, екз.·м-2	Біомаса, г·м-2	
				кормовий бентос	всього
ділянка днопоглиблення					
7	5.0	4	460	1,090	1.090
7-1	2.0	1	10	1,560	1.560
7-2	5.8	2	790	5,430	5.430
8	8.5	8	450	0,960	0.960
	–	–	201±88	1.725±0,297	1.725±0.297
ділянка дампіну					

10	19.0	12	970	2,830	2.830
10-2	22.7	14	7250	57,950	57.950
10-3	19.5	16	2240	19,070	19.210
	–	–	2507±635	14.624±5,599	14.660±5.615
фонові станції					
6	21.5	13	3720	38.060	38.060
17	25.2	10	700	4.780	4.820
18	18.0	16	1190	63.410	242.090
19	9.5	10	6640	23.660	23.660
	–	–	2130±476	22.857±5.550	32.017±11.210

Примітка:  – середня геометрична

В районі дослідження максимальна чисельність макробоентосу сягала 7250 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, а її мінімальне значення склало лише 10 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Значення біомаси були порівняно низькими, її максимум сягав 242.090 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, мінімум – 0.960 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Середній геометричний показник чисельності макробоентосу склав 952 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаси – 10.392 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Високим середнім геометричним показником чисельності характеризувався *Lentidium mediterraneum* (22,5 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Відносно високий ступінь агрегованості у просторовому розподілі відмічений для *Heteromastus filiformis* максимум чисельності якого склав 1680 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Високі показники біомаси характерні для *Nephtys hombergii*, *Lentidium mediterraneum* та *Spisula subtruncata*, що склали 1.459 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, 1.282 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> та 1.028 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> відповідно.

В районі дослідження серед таксономічних груп за чисельністю переважали черв'яки та молюски (по 243 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>), за біомасою – молюски (6790 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Трофічна структура була представлена 4 групами: сестонофагами, детритофагами, хижакими та фітофагами. За кількістю таксонів (15) та чисельністю (238 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>) домінували детритофаги, за біомасою – сестонофаги (4.869 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>) (табл. 6.14).

У даний період всі безхребетні донної макрофауни, за винятком нечисленних кишковопорожнинних та двостулкових молюсків, з довжиною стулок більше ніж 20 мм, належали до кормового бентосу. Його біомаса на окремих станціях коливалась від 0.960 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до 63.410 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, середній геометричний склав 9.083 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>.

У цей період на фонових станціях на різних типах донних відкладень зареєстровані представники 25 таксонів макробоентосу: черв'яків – 8, молюсків – 12, ракоподібних – 3. Діапазон коливань чисельності донних безхребетних на окремих станціях складав 700–6640 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, а її середній геометричний показник сягав 2130 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Максимальне значення біомаси макробоентосу становило 242.090 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, мінімальне – 4.820 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, склавши в середньому 32.017 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса кормового компоненту макробоентосу сягала 22.857 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Прогнозується, що в 4 кварталі 2022 р. показники загальної чисельності, біомаси макробоентосу та біомаси його кормового компоненту на фонових станціях будуть відповідати середнім значенням, отриманим в ході експедиційних досліджень 4 кварталі 2017 р., тобто 2130 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, 32.017 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> та 22.857 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> відповідно.



### Прогнозна оцінка кормової бази риб

Для прогновної оцінки були використані дані попередніх спостережень при виконанні екологічного моніторингу при відновленні глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море. При визначенні гідрологічних умов формування таких компонентів кормової бази риб, як фітопланктон, зоопланктон та мейобентос, життєвий цикл яких не перевищує одного місяця, основну увагу приділяли об'єму стоку Дунаю за попередній місяць (для макрозообентосу за рік), а також температурі води. Як було показано у розділі 1, у четвертому кварталі температура поверхневого шару води у листопаді 2022 р. складала 12.9°C, придонного – 10.5–12.0°C (в середньому 11.3°C).

Були використані дані спостережень усіх зйомок, що виконувалися у морській частині дельти Дунаю за програмою моніторингу ГСХ «Дунай-Чорне море», починаючи з 2004 року на основі чого, були обчислені прогнольні рівняння, що відображають кількісний зв'язок об'єму стоку Дунаю та температури води з біомасою кормових гідробіонтів. Для виведення необхідних для прогнозу рівнянь були використані результати екологічного моніторингу при відновленні глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море за період 2004–2014 рр. (табл. 4.1), коли кількість фонових станцій і, відповідно, кількість отриманих фактичних даних, була достатньою для виведення статистично достовірних рівнянь множинної регресії. Рівняння множинної регресії, де серед залежних факторів виступали кормові компоненти живлення риб, а серед незалежних факторів – температура води біля поверхні і дна та об'єм річкового стоку, були отримані за допомогою статистичної програми «Statgraphics Plus 5». До уваги приймалися рівняння з достовірністю на рівні 95%, тобто при  $p < 0.05$ . З усіх можливих варіантів залежності вдалось знайти достовірний зв'язок тільки для кормового зоопланктону і мейобентосу. При тому, для зоопланктону – від об'єму стоку:

$$ЗП = -28.3438 + 8.26046 \cdot V \quad (p = 0.0492)$$

де ЗП – біомаса кормового зоопланктону, мг·м<sup>-3</sup>; V – об'єм стоку Дунаю за попередній місяць, км<sup>3</sup>.

**Таблиця 3.5.** Динаміка основних гідрологічних характеристик та середньої біомаси кормових компонентів живлення риб на узмор'ї української частини дельти Дунаю для фонових станцій

Рік, місяць	Тпов, °С	Тдно, °С	V*, км <sup>3</sup>	ФП, мг·м <sup>-3</sup>	ЗП, мг·м <sup>-3</sup>	МБ, мг·м <sup>-2</sup>	МЗБ, мг·м <sup>-2</sup>	ЗБ, мг·м <sup>-2</sup>
2004 V	17.89	10.05	27.6	4098.9	127.1	-	11988.6	11988.6
2004 XI	9.90	11.85	12.2	268.9	75.4	1138.0	108551.0	110067.2
2005 V	18.65	11.20	33.2	2700.4	378.3	1975.1	44869.0	49985.8
2005 IX	22.75	18.85	24.2	624.3	870.3	718.4	28923.5	31202.3
2005 XI	8.35	9.85	20.2	575.3	137.7	752.0	32371.5	33874.9
2007 VI	19.50	9.05	12.5	3281.5	18.1	5213.9	107016.2	115570.7
2008 VI	19.10	7.15	22.7	7333.2	40.5	8197.4	66809.0	82429.0
2008 VIII	27.50	17.50	13.5	2688.3	58.8	3263.9	55740.0	61809.5
2008 X	15.40	15.70	10.1	11775.7	98.4	1714.8	59204.0	72834.1
2010 IV	14.05	8.70	31.9	1087.8	17.9	1732.0	31721.7	34614.0
2010 VIII	22.80	19.10	33.2	1031.4	463.1	3439.9	97745.7	102755.2
2010 XI	11.10	13.05	16.1	755.8	106.9	935.9	42931.7	44770.5
2011 VI	19.70	12.20	13.8	5539.2	51.5	3673.9	54271.0	63581.3

2011 X	17.79	16.25	8.2	2228.5	165.9	879.4	73913.0	77229.0
2012 XI	14.49	16.27	9.4	650.3	371.4	757.5	48920.7	49678.2
2013 VIII	24.87	15.72	19.9	533.8	911.5	1930.4	14792.6	16723.0
2014 IX	23.38	23.00	20.2	858.1	13.7	2252.9	19437.7	21690.5
2014 XI	12.62	13.54	21.5	56.2	1.2	501.6	10187.7	10689.3

Позначення:

Основні гідрологічні характеристики:  $T_{пов}$  - середня поверхнева температура води в період проведення спостережень;  $T_{дно}$  - середня температура води у дна в період проведення спостережень;  $V$  - середній об'єм стоку Дунаю за попередній місяць.

Кормові компоненти живлення риб:

ФП - фітопланктон;

ЗП - зоопланктон;

МБ - мейобентос;

МЗБ - макрозообентос;

ЗБ - зообентос взагалі.

\*значення середніх місячних об'ємів стоку Дунаю люб'язно надані начальником Дунайської гідрометобсерваторії В.М. Морозовим.

Для мейобентосу – від температури поверхневого та придонного шарів води:  

$$МБ = 2743.6 + 348.743 \cdot T_{пов} - 469.204 \cdot T_{дно} \quad (p = 0.0017)$$
де МБ – кормова біомаса мейобентосу, мг·м<sup>-2</sup>,  $T_{пов}$  – температура поверхневого,  $T_{дно}$  – температура придонного шару, °С.

Для обчислення прогнозних значень кормових об'єктів у IV кварталі 2022 р. були взяті значення  $V = 8.11 \text{ км}^3$ ,  $T_{пов} = 12.9^\circ\text{C}$ ,  $T_{дно} = 11.3^\circ\text{C}$  за листопад 2022 р. (див. Розділ 1 звіту).

Розуміючи, що в зонах антропогенного навантаження – в зоні дампінгу та днопоглиблення – кормова база риб суттєво відрізнялась від фонових станцій, усі дані з розподілу кормових об'єктів (табл. 3.6) у зонах антропогенного навантаження були осереднені як процентна доля від фонових станцій (табл. 3.7).

Слід відмітити, що в середньому тільки для фітопланктону у зонах антропогенного навантаження його кількісний розвиток був більшим, ніж на фонових станціях. Цей факт можна пояснити тим, що обидві зони (днопоглиблення та дампінгу) найближче розташовані біля зон максимального його розвитку (ріка Дунай та зона гідрофронту Дунай-Чорне море, що найчастіше віддалена на відстань біля 10 км від берегу). Що стосується зообентосу, то, починаючи з лютого 2018 р., перед початком відбору ми отримуємо точні координати скиду ґрунту в зоні дампінгу, де і проводився відбір проб. В результаті отримана різниця у кількісному розвитку донних безхребетних з фоновими станціями та в цілому уточнена процентна доля кормової біомаси риб в зонах антропогенного впливу у порівнянні з фоновими станціями.

**Таблиця 3.6.** Розподіл кормових об'єктів на фонових станціях і зонах антропогенних навантажень у морській частині ГСХ «Дунай-Чорне море»

Рік	Місяць	Зони авандельти Дунаю	Фітопланктон		Зоопланктон		Зообентос	
			мг·м <sup>3</sup>	% від фону	мг·м <sup>3</sup>	% від фону	мг·м <sup>2</sup>	% від фону
2010	IV	Фонова	1087	–	15	–	13612	–
		Днопоглиблення	1166	107	86	573	4986	37
		Дампінг	1286	118	12	80	15072	111
	VIII	Фонова	930	–	514	–	45919	–
		Днопоглиблення	1617	174	299	58	1498	3
		Дампінг	675	73	343	67	49955	109
	XI	Фонова	196	–	119	–	41841	–
		Днопоглиблення	1068	545	67	56	5589	13
		Дампінг	321	164	131	110	12765	31
2011	VI	Фонова	4636	–	51	–	24773	–
		Днопоглиблення	835	18	88	173	6315	25
		Дампінг	4923	106	43	84	6827	28
	X	Фонова	1944	–	253	–	39905	–
		Днопоглиблення	636	33	96	38	4907	12
		Дампінг	834	43	181	72	20704	52
2012	XI	Фонова	811	–	446	–	23048	–
		Днопоглиблення	307	38	16	4	29363	127
		Дампінг	302	37	356	80	15086	65
2013	VIII	Фонова	575	–	1047	–	14188	–
		Днопоглиблення	330	57	370	35	1274	9
		Дампінг	521	91	394	38	665	5
2014	IX	Фонова	1034	–	439	–	18217	–
		Днопоглиблення	566	55	50	11	942	5
		Дампінг	794	77	285	65	10983	60
	XI	Фонова	51	–	53	–	6015	–
		Днопоглиблення	94	184	1	2	1589	26
		Дампінг	32	63	100	189	9333	155
2015	IX	Фонова	587	–	788	–	33735	–
		Днопоглиблення	277	47	119	15	13466	40
		Дампінг	1620	276	366	46	6271	19
	X	Фонова	300	–	109	–	4481	–
		Днопоглиблення	51	17	4	18	495	11
		Дампінг	176	59	28	121	9275	207
2016	VIII	Фонова	591	–	465	–	28164	–

	XI	Днопоглиблення	308	52	91	20	16255	58
		Дампінг	357	60	459	99	10648	38
		Фонова	876	–	60	–	34996	–
		Днопоглиблення	120	14	30	50	7133	20
		Дампінг	2277	260	39	65	14506	41
2017	VIII	Фонова	146	–	395	–	32304	–
		Днопоглиблення	357	245	496	126	19054	59
		Дампінг	283	195	534	135	8276	26
	XI	Фонова	128	–	93	–	23154	–
		Днопоглиблення	92	72	44	47	1758	8
		Дампінг	344	268	60	64	14884	64
2018	VIII	Фонова	592	–	341	–	56164	–
		Днопоглиблення	603	102	269	79	229	0
		Дампінг	1263	213	545	203	78319	139
	XI	Фонова	144	–	52	–	25721	–
		Днопоглиблення	659	458	28	54	8692	34
		Дампінг	421	292	78	150	9818	38
2019	V	Фонова	439	–	55	–	35410	–
		Днопоглиблення	53	12	16	29	23771	67
		Дампінг	71	16	66	120	13246	37
	XI	Фонова	–	–	47	–	–	–
		Днопоглиблення	–	–	14	30	–	–
		Дампінг	–	–	24	52	–	–
2020	VIII	Фонова	147	–	1152	–	72139	–
		Днопоглиблення	373	254	176	15	1043	1
		Дампінг	225	153	670	58	57330	79
2021	V	Фонова	253	–	184	–	41109	–
		Днопоглиблення	1022	404	15	8	2093	5
		Дампінг	97	38	90	49	126058	307
	X	Фонова	25	–	55	–	98559	–
		Днопоглиблення	10	40	68	124	18415	19
		Дампінг	23	92	32	58	242871	246

За вище наведеними формулами кормова біомаса зоопланктону на фонових станціях у четвертому кварталі 2022 р. буде складати  $39 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ , мейобентосу –  $1940 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}$  при обчисленні за відповідними формулами. Біомаса фітопланктону на фонових станціях була взята як середня величина біомаси для фонових станцій, виконаних в четвертому кварталі 2017 р., який за об'ємом річного стоку Дунаю є подібним до 2022 р. та в якому в аналогічний період виконані експедиційні дослідження, тобто  $128 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$  (див. табл. 3.7).

**Таблиця 3.7.** Відсоток від значення біомаси різних компонентів кормової бази в зонах антропогенного впливу при відтворенні ГСХ «Дунай-Чорне море», відносно фонових значень, розрахованих за період 2010–2021 рр.

Компоненти кормової бази	Зона днопоглиблення	Зона дам্পінгу
Фітопланктон	139±34	128±19
Зоопланктон	71±26	91±10
Зообентос	28± 7	88±18

Враховуючи, що існуючі рівняння залежності кормової частини масових видів двостулкових моллюсків від об'єму стоку Дунаю (використовувалась в процедурі прогнозування біомаси кормового макрозообентосу) за умов низьких значень стоку не дають надійних результатів і потребують корегування та наявності відповідних баз даних, в умовах аномально низького стоку 2022 р. вони не застосовувались. За прогнозовану біомасу кормового компоненту макрозообентосу на фонових станціях у 4 кв. 2022 р. була взята біомаса кормової частини визначена на фонових станціях в аналогічний період 2017 р.–  $22857 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}$ .

Очікувана біомаса кормових для риб об'єктів на фонових станціях наведена у таблиці 3.8.

**Таблиця 3.8.** Очікувана біомаса кормових об'єктів риб на фонових станціях у ІV кварталі 2022 року

Кормові об'єкти	Біомаса
Фітопланктон	$128 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$
Зоопланктон	$39 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$
Мейобентос	$1940 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}$
Макрозообентос	$22857 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}$
Зообентос взагалі	$24797 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}$

На основі викладеного можна спрогнозувати можливий вплив на морську екосистему в процесі відновлення глибоководного суднового ходу для четвертого кварталу 2022 року (табл. 3.9).

**Таблиця 3.9.** Зведені результати розрахунків біомаси кормової бази риб для попереднього визначення екологічних збитків за ІV квартал 2022 року

Компоненти кормової бази	Фонові станції	Зона днопоглиблення	Зона дам্পінгу
Фітопланктон, $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$	128	178	164
Зоопланктон, $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$	39	28	35
Зообентос, $\text{мг}\cdot\text{м}^{-2}$	24797	6943	21821

### ***Висновки за розділом***

Сумарний об'єм стоку в період з грудня 2021 р. по листопад 2022 р. склав 135.4 км<sup>3</sup>. Близькими до нього за водністю є 2020 р. (143.5 км<sup>3</sup>) та 2017 р. (162.5 км<sup>3</sup>). Місячний обсяг стоку Дунаю у листопаді 2022 р. склав 8.11 км<sup>3</sup>, середня температура у поверхневому шарі води була 12.9°C, біля дна – 11.3°C.

У IV-му кварталі 2022 р. у пригирловому узмор'ї р. Дунай в донних відкладеннях з важких металів в найбільшій концентрації може бути присутній цинк (максимум 133 мг·кг<sup>-1</sup>). Максимальна концентрація ртуті може скласти 0.108 мг·кг<sup>-1</sup>, міді – 44.7 мг·кг<sup>-1</sup>. Якість донних відкладень району досліджень за рівнем забруднення нафтовими вуглеводнями можуть відповідати III класу якості.

Для розрахунку збитків при відновленні ГСХ «Дунай-Чорне море» у IV-му кварталі 2022 р. прогнозується, що біомаса кормового фітопланктону на фонових ділянках моря може бути 128 мг·м<sup>-3</sup>, в зоні днопоглиблення – 178 мг·м<sup>-3</sup>, а в зоні дампіngu ґрунту – 164 мг·м<sup>-3</sup>, кормового зоопланктону – 39 мг·м<sup>-3</sup>, 28 мг·м<sup>-3</sup> і 35 мг·м<sup>-3</sup>, загального кормового зообентосу – 24797 мг·м<sup>-2</sup>, 6943 мг·м<sup>-2</sup> і 21821 мг·м<sup>-2</sup> відповідно.

### ***Література до розділу***

1. Температура моря [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://pogoda.by/gidro/?plot=15360>
2. Архив погоды в Сулине [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://https://gp5.ru/>
3. Золотарев В.Н., Шурова Н.М., Стадниченко С.В. Прогнозирование популяционных характеристик морских моллюсков при изменениях объема стока Дуная. Системы контроля окружающей среды: Сб. науч. трудов, НАН Украины, МГИ. Севастополь. 2013. Вып. 19. С. 273–278.
4. Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. Л., 1986. 97 с.

#### 4. Іхтіологічний моніторинг при експлуатації суднового ходу Дунай-Чорне море

Натурні іхтіологічні дослідження при здійсненні моніторингових робіт проводилися по стандартним методикам гідробіологічних і іхтіологічних досліджень, прийнятих в системі Держрибагентства і НАН України. У зв'язку з обмеженнями воєнного часу дослідження проводились на ділянці Кілійського гирла Дунаю 17-24 км.

Іхтіопланктон з мілких суден відбирається іхтіопланктонною сіткою, згідно «Методическому руководству по сбору икринок, личинок и мальков рыб» (Расс, Казанова; 1966). Молодь прохідних видів риби відловлюється за допомогою спеціальних дрібновічкових знарядь лову: малькових тралів, малькових волокуш і дрібновічкових сіток.

Науково-дослідні іхтіологічні лови здійснюються у відповідності з «Методическими указаниями по оценке численности рыб в пресноводных водоемах» (ВНИИПРХ, 1990), Методиці збору і обробки іхтіологічних та гідробіологічних матеріалів (ІРХ, 1998), Методичними рекомендаціями з організації інвентаризації, оцінки, моніторингу водно-болотного угіддя міжнародного значення та складання інформаційного опису (2018) і виконуються ставними і плавними сітками, ятерами та ін. знаряддями.

Вимірювання риби проводили згідно стандартних методів досліджень (Правдин, 1966; Методика збору ..., 1998; Методи гідроекологічних ... , 2006; Пряхин 2008). Визначення видів риби проводили в польових умовах за визначниками (Берг 1948-1949; Kottelat, Freyhof 2007). Біологічний аналіз виловленої риби проводили згідно з класичними іхтіологічними методиками (Правдин 1966; Пряхін, Шкицкий 2008) за такими показниками: загальна/промислова довжина тіла, індивідуальна маса, стать і стадія зрілості гонад, ступінь наповнення кишечника. Вік риби визначали по лусці та отолітам (Чугунова 1959).

##### **Іхтіологічна характеристика**

*Характер трансформації річкового стоку на українській ділянці нижнього Дунаю*

Гідро- і метеорологічні умови суттєво впливають на умови існування гідробіонтів, їх життєві цикли та продуктивність. Найбільш важливим фактором, що визначає продуктивність річкових іхтіоценозів та умови відтворення прохідних видів риби є водність Дунаю.

З середини минулого століття спостерігається масштабний цикл коливань середньорічного стоку Дунаю. Багатоводний період, який тривав з 1960 по 1982 рр., змінився маловодним, який триває з 1983 року по теперішній час (Романчук, Ляшенко, 2015). Наступ маловодного періоду стоку Дунаю зв'язується з глобальними змінами клімату. Посилення посушливості клімату також сприяло збільшенню витрат стоку на нижній ділянці Дунаю за рахунок випаровування в плавнях дельти і придунайських озерах.

Для періоду 2004-2013 рр. зафіксована тенденція зменшення водного стоку р. Дунай в середньому на 0,41 км<sup>3</sup>/рік (Газетов та ін., 2015).

У внутрішньорічному розподілі середньомісячних витрат води на нижній ділянці річки чітко виділяються багатоводна фаза (березень-липень) і маловодна фаза (межень - серпень-лютий). При цьому в нормі пік стоку припадає на квітень-травень. Однак в останні роки терміни проходження весняного водопілля стали істотно змінюватися. Так у 2018 р. основний пік стоку припав на квітень, в 2019 – на червень,

в 2020 р. – на березень. В 2021 р. спостерігалось два піки - у лютому та червні. 2022 рік був найбільш маловодним за останні роки. Весняна повінь не була виражена, відносний максимум стоку припав на травень. Придунайські озера не були заповнені водою до нормального рівня. Влітку 2022 року спостерігався аномально низький рівень води в річці Дунай. Загалом гідрографічна ситуація була несприятливою для розмноження як прохідних, так і фітофільних видів риби. Таким чином, на цьому етапі поступове скорочення загального стоку річки супроводжується також істотними коливаннями режиму стоку в весняний нерестовий період, що неминуче повинно певним чином впливати на відтворення водних біоресурсів та іхтіофауну.

Для української ділянки Дунаю, з огляду на її гирлове розташування, вкрай важливим є також, як здійснюється розподіл і перерозподіл стоку води по русловій мережі. Багаторічний перерозподіл стоку води по рукавах дельти визначається як природними процесами перебудови гідрографічної мережі дельти, так і антропогенним впливом (Гідрологія дельти Дунаю, 2004). В результаті дії цих факторів (в першу чергу, масштабної гідротехнічної діяльності в румунській частині дельти) з початку 20 століття частка Кілійського гирла в загальному обсязі стоку Дунаю скоротилася з 70% до 48,9%, а частка румунських рукавів річки відповідно зросла: Сулинського гирла - від 8% до 20%, а Георгіївського - від 22% до 29,1%. При цьому очікується, що всі існуючі негативні наслідки зменшення водостоку системи Кілійського рукава в перспективі зберуться і збільшаться (Morozov, 2008, Морозов, 2016). Прямими наслідками цього процесу є наступні:

- зменшення стоку наносів і відповідні зміни процесів дельтоутворення;
- зниження рівнів води, зменшення заливання дельтових островів і погіршення водообміну з озерами всередині дельти;
- прискорення процесу відмирання невеликих дельтових водотоків;
- збільшення повторюваності і дальності проникнення морських вод в рукава дельти;
- підвищення ймовірності появи дефіцитних по водності періодів.

**Іхтіофауна** річки Дунай відрізняється багатством видового складу. За станом на кінець 2022 року іхтіофауна ДБЗ налічує 107 видів риби, які належать до 39 родин. У промислових уловах за останні десять років відзначено лише 19 видів 6 родин. У ході науково-дослідних ловів ІМБ НАНУ у 2021-22 рр. було зареєстровано наявність 45 видів риби, які належать до 14 сімейств. З них 8 видів, занесених до Червоної книги України (білуга, севрюга, стерлядь, руський осетер, марена, в'язь звичайний, чіп звичайний, йорж смугастий), та 7 видів вселенців (піленгас, ротань головешка, карась сріблястий, товстолобик строкатий та білий, чебачок амурський, сонячна риба) (табл. 4.1).

*Динамика вилову ВБР у р. Дунай.* Динамика вилову ВБР у р. Дунай надана у таблиці 4.2. За 11 місяців 2022 р. у Дунаї зареєстровано виключно низькі обсяги вилову практично всіх видів ВБР. Загальний вилов становив 62,8 т, що у 5 разів нижче за середньо багаторічні показники та у 8 разів нижче, ніж торік. Основна причина – обмеження ведення промислу, які були викликані початком бойових дій у лютому ц.р. Вилов водних біоресурсів було дозволено з 20 квітня лише на окремих ділянках річки та лише у світлий час доби (Розпорядження Одеської обласної військової адміністрації № 201/А-2022 від 19.04.2022). Фактично половина періоду оселедцевої путіни було втрачено для рибальства. На найважливіших тонях, розташованих нижче 17 км Старостамбульського гирла та Очаківського гирла, рибальство досі заборонено.



Найважливішим промисловим об'єктом в р. Дунай є дунайський прохідний оселедець. Вилов інших видів риб на його тлі є незначним. У 2022 р. вилов оселедця склав тільки 42,5 т, що у дев'ять разів менше, ніж у попередньому 2021 році (табл. 4.3). За всі роки спостережень тільки в аномальному 1999 р. улови оселедця були нижчими.

*Дунайський оселедець* (популяція чорноморсько-азовського оселедця - *Alosa immaculata*, що заходить для нересту в р. Дунай) - практично єдиний прохідний вид риби Азовсько-Чорноморського басейну, що не втратив свого промислового значення. На тлі загального зниження запасів оселедця в регіоні стан дунайської популяції представляється відносно благополучним.

**Таблиця 4.1.** Видовий склад риб нижньої частини річки Дунай у 2021-2022 рр.

Родина	Вид	
Атеринові	<i>Atherina pontica</i> (Eichwald, 1831)	Атеріна чорноморська
Бичкові	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Бичок пісочник
	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Бичок кругляк
	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	Бичок гонець
	<i>Benthophilus nudus</i> (Berg, 1898)	Пуголовка гола
	<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	Бичок головань
В'юнові	<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	Щипавка звичайна
Голкові	<i>Syngnathus typhle</i> (L., 1758)	Морська іглиця довгорила
Колючкові	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	Багатоголкова колючка південна
Головешкові	<i>Percottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	Головешка ротань
Кефалеві	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Кефаль сингіль
	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Кефаль лобан
	<i>Planiliza haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	Піленгас
Центрархові	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Сонячна риба
Коропові	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Ляц звичайний
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Верховодка звичайна
	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Товстолобик строкатий
	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Білизна європейська
	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	Плоскирка європейська
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Карась сріблястий
	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Короп звичайний
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Товстолобик білий амурський
	<i>Idus idus</i> (Linnaeus, 1758)	В'язь звичайний
	<i>Barbus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	Марена звичайна
	<i>Petroleuciscus borysthenicus</i> (Kessler, 1859)	Бобирець звичайний
	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Чебачок амурський
	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Гірчак європейський
	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Плітка звичайна
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Краснопірка звичайна
	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Рибець звичайний
	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	Білоглазка

Окуневі	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	Йорж звичайний
	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758)	Йорж смугастий
	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Окунь звичайний
	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Судак звичайний
	<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766)	Чіп звичайний
Оселедцеві	<i>Alosa immaculata (pontica)</i> (Bennet, 1835)	Оселедець чорноморський
	<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	Пузанок азовсько-чорноморський
	<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840)	Тюлька чорноморсько-азовська
Сомові	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Сом європейський
Щукові	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Щука звичайна
Осетрові	<i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758)	Білуга
	<i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758)	Стерлядь
	<i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771)	Севрюга
	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (Brandt, 1833)	Осетер руський

Проте, *Alosa immaculata* включений до списків видів, що охороняються Бернською конвенцією і Червоною книгою МСОП. У Сербії оселедець охороняється з 1993 р згідно з Указом про охорону природних рідкостей, в Болгарії вона занесена в нову Червону книгу як вразливий вид (VU).

Промисел *Alosa immaculata* в р. Дунай традиційно здійснюється нижньодунайськими країнами - Румунією, Україною та Болгарією, в Чорному морі (поряд з іншими видами роду *Alosa*) - Румунією, Україною, Болгарією і Туреччиною. На українській ділянці р. Дунай оселедець є найбільш важливим об'єктом промислу, на його частку в останні роки припадає близько 70% загального обсягу вилову. Промисел оселедця займає помітне місце серед видів господарської діяльності населення нижньої ділянки річки.

**Таблиця 4.2.** Динаміка вилову риби в р. Дунай (т)

Види риби	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Сазан (короп)	19,5	31,2	30,7	39,3	35,1	44,62	37,52	40,2	39,5	2,8
Судак	3,9	5,73	4,73	9,7	9,3	5,16	8,53	5,8	3,1	0,6
Лящ	8,0	6,84	6,80	10,4	12,7	10,1	9,1	13,3	10,1	3,46
Карась	35,7	51,7	49,4	32,7	45,2	26,82	52,33	36,5	36,1	4,9
Сом	4,6	8,4	8,04	10,5	9,2	7,0	9,75	7,5	5,7	1,0
Рибець	3,4	3,33	7,25	5,4	8,2	8,2	6,75	6,6	6,7	1,6
Щука	1,1	0,88	1,32	1,0	0,6	1,4	0,67	0,6	1,5	0,03
Білізна	2,6	1,51	2,18	2,1	1,3	1,0	1,61	1,7	0,6	0,1
Краснопірка	0,3	0,32	0,65	0,4	1,0	0,6	0,76	0,6	0,5	-
Плітка	0,4	0,54	1,09	0,1	0,14	0,08	-	-	-	0,01
Плоскирка	1,2	6,64	2,13	1,6	1,8	1,34	1,47	2,7	1,0	0,07
Чехоня	0,03	-	0,05	-	0,003	-	-	-	0,03	-
Окунь	0,1	0,07	0,47	0,03	0,06	0,003	-	-	-	-
Товстолобик	12,2	28,5	8,68	16,3	9,5	11,09	25,88	18,02	15,1	5,25
Білий амур	0,11	0,98	0,23	-	-	0,03	0,18	0,1	-	0,06
Оселедець	317,9	98,5	115,5	341,7	328,35	126,6	393,4	197,1	385,8	42,5

Піленгас	0,15	0,15	0,11	0,03	0,15	0,1	0,57	0,8	-	-
Кефалеві	0,36	0,53	1,89	5,8	9,9	10,2	1,11	17,7	15,7	0,4
Усього	411,6	245,8	241,1	477,1	472,5	254,3	549,6	349,2	521,6	62,8

\*11 міс.

Одним з важливих факторів, які визначають чисельність нерестового стада дунайського оселедця є фактор водності річки Дунай та її окремих гирл. Характер підвищення рівня та збільшення витрат води в період нерестового ходу оселедця, що збігається з весняним паводком, здатне стимулювати захід додаткового числа дорослих особин оселедця з резервної частини популяції.

Про інтенсивність заходу плідників оселедця в річку Дунай можливо судити, основним чином, з величини промислових уловів. Улови оселедця на українській ділянці р. Дунай варіюють за роками, іноді в значних масштабах. Наприклад, у 1999 році було виловлено 18 тонн оселедця, що в 24 рази менш ніж в 2010 році, коли вилов склав 434,1 тонни.

**Таблиця 4.3.** Динаміка уловів оселедця в річці Дунай

Рік	Вилов (т)	Рік	Вилов (т)
1998	160,6	2011	381,8
1999	18,0	2012	205,5
2000	78,9	2013	317,9
2001	141,3	2014	98,5
2002	218,1	2015	115,5
2003	145,5	2016	341,7
2004	194,4	2017	328,4
2005	352,5	2018	126,6
2006	208,5	2019	393,4
2007	237,1	2020	197,0
2008	417,9	2021	385,8
2009	369,3	2022	42,5
2010	434,1		

Розмірно-масова і вікова характеристики дунайського оселедця р. Дунай в 2022 році представлені у таблиці 4.4.

Як правило, нерестовий хід починають завжди крупні оселедці, на протязі часу лінійні розміри у ходового оселедця падають, і наприкінці хід замикають дрібні риби. В наслідок того, що самці в молодшому віці дозрівають в більшій кількості, чим самиці, середній розмір їх в промислі завжди менше. Поступове зменшення довжини тіла у обох статей, обумовлено тим, що мілкі риби входять в р. Дунай в масі пізніше крупних. Така закономірність спостерігається щорічно, але за роками у ходового оселедця лінійні розміри не залишаються на одному і тому же рівні. В кожному році середня довжина тіла у оселедця різна та залежить від ступеню нагулу, від співвідношення статей і співвідношення вікових груп нерестового ходу.

У 2022 р. інтенсивність нерестового ходу оселедця була низькою, що зумовлено низькою водністю Дунаю навесні, а також, можливо, веденням бойових дій в районі острова Зміїний та Кілійської дельти Дунаю в березні-червні. Слабкий хід оселедця тривав до кінця липня. Риба заходила в річку спорадично невеликими косяками. У цей

період спостерігалася значна варіабельність вікових і розмірно-масових характеристик оселедця.

Основну частину нерестового стада дунайського оселедця складають трьох - чотирьохрічні особини, промисел базується на вилові в основному цих двох вікових груп, кількість яких, в залежності від чисельності поповнення, щорічно змінюється. У 2021 році основу промислу склали трьохрічні особини (45,8%), частка чотирьохрічних особин склала 27,1%. А у 2022 р. домінували 4-річні особини – 56,5%, а частка 3-річок склала 26,1% (табл. 4.4). Слід зазначити, що і в 2021 і в 2022 р. вибірка для визначення віку оселедця була обмежена за обсягом та характеризує віковий склад нерестового стада переважно у другій половині сезону. У зв'язку з цим отримане співвідношення вікових груп ймовірно кілька спотворено.

**Таблиця 4.4.** Розмірно-масова і вікова характеристики дунайського оселедця, 2022 р.

Показники	Вікові групи					
	2	3	4	5	6	7
Довжина, см	<u>16,5-18,0</u> 17,3	<u>22,5-28</u> 25,3	<u>27,0-30,5</u> 28,7	<u>29,3-31,0</u> 30,0	<u>32,0</u> 32,0	-
Маса, г	<u>60-63</u> 61,5	<u>128-236</u> 196,8	<u>224-298</u> 269,3	<u>277-379</u> 320,9	<u>376</u> 376	-
n	2	18	39	9	1	-
%	2,9	26,1	56,5	14,0	1,5	-

Аналіз динаміки середніх розмірно-масових показників дунайського оселедця по місяцях 2017-2022 рр. показує, що у 2022 р. спостерігався найменший ступінь вгодованості дунайського оселедця за коефіцієнтом Фультона протягом всього сезону промислу (квітні – липні) (табл. 4.5). Погана вгодованість плідників значною мірою пояснює слабку інтенсивність нерестового ходу оселедця у 2022 році.

**Таблиця 4.5.** Динаміка середніх розмірно-масових показників дунайського оселедця по місяцях 2017-2022 рр. (Кілійська дельта)

Рік	Місяць,	Середня довжина, см	Середня маса, г	Коефіцієнт вгодованості, F	n
2017	Квітень	27,7	278	1,31	425
	Травень	25,5	229	1,38	140
2018	Березень	27,8	280	1,30	51
	Квітень	27,5	254	1,22	207
	Червень	26,3	241	1,32	76
2019	Березень	27,0	245	1,245	114
	Квітень	26,4	234	1,27	76
	Травень	26,2	239	1,33	178
	Червень	24,7	224	1,49	180
	Липень	25,8	216	1,26	123
2021	Березень	29,0	295	1,21	15
	Квітень	27,6	250	1,20	50
	Травень	26,4	230	1,25	119
	Червень	24,3	212	1,48	24
	Липень	26,3	234	1,29	105
2022	Квітень	27,7	254	1,20	19

	Травень	28,6	265	1,13	68
	Червень	27,1	252	1,27	19
	Липень	27,5	252	1,21	6

Для дунайського оселедця характерна слабка відповідність величин експлуатаційного запасу загальному запасу. Значна частина особин промислового розміру у віці від 3 до 5 років не заходять у річку і не обловлюються при промислі нерестового стада, і дані про їх чисельність відсутні. Для прогнозування чисельності поколінь недостатньо обчислення промислового залишку тієї їх частини, що заходила у річку на нерест. Для цього необхідно також мати оцінки величини резерву даного покоління, яке не приймало участі у нересті. Зміни величини цього резерву в залежності від природних умов у значній мірі визначають циклічність уловів дунайського оселедця. Беручи до уваги вступ в промисел врожайного покоління 2019 р. та нечисленного покоління 2020 р., можна прогнозувати, що в 2023 р. чисельність нерестового стада і величина уловів дунайського оселедця будуть відповідати середньорічним значенням. Зрозуміло, що природні та антропогенні фактори можуть внести у цей прогноз суттєві корективи.

Частикові види риб. Самим різноманітним за видовим складом і найбільш чисельним серед промислових видів риб є сімейство корошових, яке представлено в умовах п'ятьма основними видами: сазаном, карасем сріблястим, лящем, рибцем, білим товстолобиком. У 2022 р. збір їхтіологічного матеріалу був обмежений майже виключно науково-дослідними ловами, оскільки доступ до промислових уловів був утруднений.

Сазан в період, що досліджували, представлений різними віковими групами: на плавні сітки вічком 40-50 мм попадалися в основному трьох і чотирьохлітки довжиною від 33,0 до 44,0 см, при середній масі 892 і 2011 г відповідно (табл. 4.6). Довжина найбільшої особини склала 48,0 см при масі 2700 г. В 2022 році сазан зайняв лише третє місце в промислі за виловом серед корошових видів риб в пониззі Дунаю (2,8 т).

**Таблиця 4.6.** Розмірно-масові і вікові характеристики основних частикових промислових видів риб у пониззях р. Дунай у 2022 р.

Вид	Вік							
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Довжина промислова, см								
Рибець	-	<u>13,0</u> 13,0	<u>19,0-23,0</u> 22,0	<u>23,5-30,0</u> 26,6	<u>31,0</u> 31,0	-	-	-
Карась	<u>6,7</u> 6,7	-	-	<u>17,0-20,0</u> 18,8	<u>21,0-23,0</u> 22,2	<u>24,5</u> 24,5	-	-
Сазан	-	<u>25,0</u> 25,0	<u>33,0-36,0</u> 34,5	<u>44,0</u> 44,0	<u>48,0</u> 48,0	-	-	-
Лящ	<u>4,5-9,5</u> 6,7	<u>10,5-18,0</u> 13,9	<u>16,0-25,0</u> 21,3	<u>23,5-27,5</u> 25,5	<u>27,0-32,0</u> 28,2	<u>31,0-32,5</u> 31,8	-	-
Товстолобик білий	-	<u>28,0-30,0</u> 29,3	<u>38,0-42,0</u> 40,5	<u>51,0-42,0</u> 51,5	<u>61,0</u> 61,0	-	-	-
Судак	<u>15,0-18,0</u> 16,5	<u>25,0-27,0</u> 26,2	<u>29,0</u> 29,0	<u>36,0</u> 36,0	-	-	-	-
Маса, г								
Рибець	-	<u>22</u> 22	<u>116-205</u> 168	<u>220-436</u> 313	<u>564-575</u> 570	-	-	-

Карась	$\frac{10}{10}$	-	-	$\frac{185-273}{217}$	$\frac{280-347}{320}$	$\frac{493}{493}$	-	-
Сазан	-	$\frac{387}{387}$	$\frac{875-908}{892}$	$\frac{1900-2122}{2011}$	$\frac{2700}{2700}$	-	-	-
Лящ	$\frac{1,6-18}{7,0}$	$\frac{19-143}{59}$	$\frac{98-280}{197}$	$\frac{253-463}{365}$	$\frac{393-686}{505}$	$\frac{683-750}{717}$	-	-
Товстолобик білий	-	$\frac{383-400}{393}$	$\frac{1100-1600}{1307}$	$\frac{2100-2200}{2150}$	$\frac{3500}{3500}$	-	-	-
Судак	$\frac{32-70}{51}$	$\frac{175-188}{182}$	$\frac{258}{258}$	$\frac{550}{550}$	-	-	-	-

*Срібний карась* - третій за обсягами вилову промисловий об'єкт в р. Дунай (4,9 т в 2022 р.). В уловах промислових сіток він представлений трьома віковими групами від чотирьох до шестиліток, середньою масою від 217 до 493 г при довжині 17 см – 24,5 см. Поширення срібного карася в річці Дунай та придаткових водоймах веде до витіснення більш цінних аборигенних видів корокових риб. У цьому зв'язку видобуток карася не обмежується ні лімітом ні прогнозом допустимого вилову.

*Лящ* в науково-дослідних ловах представлений шістьма віковими групами - від цьогорічок до шестиліток. В 2022 р. уловах плавних сіток 40-50 мм переважали двох - чотирирічні особини довжиною від 11,0 до 27,5 см, при середній масі 59, 197 і 365 г відповідно. 64% від загальної чисельності ляща в уловах склали особи непромислового розміру (менше 24 см). Це свідчить про хороше поповнення його популяції та можливе збільшення уловів у 2023-24 роках.

В 2022 р. рибець в науково-дослідних ловах сітками вічком 32 мм, представлений трьома віковими групами: 2+, 3+ і 4+. Середня промислова довжина тріліток складала в вибірці 22,0 см, чотирьохліток - 26,6 см. Середня маса даних вікових груп - 168 г і 313 г відповідно. Довжина найбільшої особини у віці 4+ складала 31,0 см при масі 570 г.

Товстолобик білий в 2022 р. в сітках вічком 32-70 мм був представлений віковими групами від 1+ до 4+. Переважали трьохлітні особини середній довжиною 40,5 см, при середній масі 1308 г. У 2022 р. товстолобик зайняв другу позицію у складі промислових уловів (5,25 т).

*Судак* - є також одним з цінних промислових видів у пониззі р. Дунай. Однак частка судака в уловах останніх років невелика і складає близько 2 %. В науково-дослідних ловах судак був представлений віковими групами від 0+ до 3+. В виборці переважали 2 річні особини довжиною 26,2 при середній масі 182 г. Довжина найбільшої особини у віці 3+ складала 36,0 см при масі 550 г.

Загалом вилов часткових риб у нижньому Дунаї в останні роки залишається стабільним як за видовим складом, так і за обсягами вилучення на рівні 120-140 т/рік. Різке падіння уловів у поточному році пояснюється дією обмежень на промисел пов'язаних із військовим становищем.

*Осетрові.* Дослідження осетрових риб Кілійської дельти р. Дунай в 2022 р. проводилося на основі вивчення їх приловів у науково-дослідні знаряддя лову (плавні сітки з вічком 20-45 мм, мальковий бім-трал з вічком 10 мм). Всього в 2022 році було зареєстровано 98 випадків прилову молоді осетрових в різні знаряддя лову: стерлядь - 80, севрюга - 11, гібриди стерляді та севрюги - 4, білуга - 1, осетер російський - 2. Розміри спійманих особин російського осетра (L - 34 і 44 см) і терміни їх упіймання (кінець листопада - грудень) дозволяють припускати їхнє штучне походження, хоча

ніяких зовнішніх міток не було виявлено. Всі осетрові і молодь інших видів риб після вимірювань були випущені у воду в живому вигляді.

У приловах в 2022 році так само як і 2021 р. і на відміну від 2020 року абсолютно переважала стерлядь – 81,7%. Частка севрюги становила 11,2%, а білуги – 1,0%, осетра – 2,0%, гібридів – 4,1%.

Виняткове маловоддя Дунаю у 2022 році зумовило вкрай слабкий захід плідників прохідних осетрових риб та малу ефективність їхнього нересту.

У 2022 р., очевидно, відносно добре нерестилася тільки стерлядь. Сприятливі умови для нагулу молоді на ділянці Кілійського гирла біля м. Вилкове сформувалися у липні, і це угіддя використовувалося переважно молоддю стерляді. Показник чисельності скату молоді севрюги в 2022 р. був трохи нижче за середні багаторічні значення. Успішність нересту білуги можна розцінювати як дуже слабку. Це має викликати тривогу, тому що і в два попередні роки нерест білуги в Дунаї був виключно не результативним.

Слабкі показники скату молоді прохідних осетрових риб, поява гібридів обумовлені низькою чисельністю плідників, що заходять у річку Дунай для нересту, і свідчать про депресивний стан їх популяцій. Ситуацію з відтворенням дунайського стада російського осетра можна оцінити як найбільш погану.

#### Стан промислових запасів у ПЗЧМ

Сучасний стан промислових біоресурсів у Північно-західній частині Чорного моря визначається процесами евтрофікації вод та наслідками масового розвитку видів вселенців – мнеміопсису та рапани. Улови шпроту, раніше найбільш значущого промислового об'єкта в ПЗЧМ, порівняно з 2000-ми роками значно скоротилися і зараз не досягають і 2 тис. т на рік. Натомість улови рапани за п'ять років з 2014 по 2019 зросли у 56 разів. В останні роки після проходження піку чисельності улови рапани стали знижуватися і у 2021 р. становили лише 44% від максимального. Частка інших видів ВБР у видобутку була помітно нижче. Улови камбали калкан визначаються жорстким лімітом вилучення та протягом останніх років залишалися відносно стабільними на рівні 110-120 т/рік.

Через ведення бойових дій рибний промисел українськими рибалками в Чорному морі у 2022 р. практично не здійснювався. Лише в окремих районах дозволялася прибережна ловля переважно без застосування плавзасобів. В результаті обсяги уловів впали до вкрай незначних величин. (табл. 4.7).

У придунайському районі ПЗЧМ останніми роками найбільш значущими промисловими об'єктами були рапана та камбала калкан. Видобуток рапани здійснюється драгами Хижняка. Район її промислу розташований на північ від дунайської дельти в Жебріанській бухті та в прибережній зоні від Катранки до Шаганів. Тут же в основному здійснюється і лов інших морських видів біоресурсів сітками, ятерами і ставними неводами. З урахуванням віддаленості від траси ГСХ та переважаючих течій цей район не може зазнавати будь-якого суттєвого негативного впливу від здійснення гідротехнічних робіт з експлуатації суднового ходу.

**Таблиця 4.7.** Динаміка уловів України за основними промисловими об'єктами в 2013-2022 рр., тонн

	Шпрот	Хамса	Ставрида	Барабуля	Калкан	Рапана
2013	12866	35371	847,4	107	193,4	644,3
2014	2115	125	93,0	0,0	100,6	200
2015	2237	248	1,4	0,5	88,4	369
2016	1683	129	4,0	1,71	139,9	1060
2017	2159	31	15	3,0	110	1375
2018	1602,7	72,5	7,1	1,8	123,1	5562,0
2019	1369,6	68,8	11,6	3,3	112,9	11199,7
2020	1983,8	152,5	4,6	0,3	115,5	6305,1
2021	1731,7	170,1	10,1	0,4	116,0	4941,1
2022*	0	0,015	0	0	2,3	0,020

\*11 мес.

Обсяг видобутку рапану місцевими підприємствами у 2018 р. склав 139 т. У 2019 р. він стрімко зріс до 2100 т, а останні два роки скорочувався – до 1100 т у 2020 р. та 760 т у 2021 р. У 2021 р. на придунайський район припадало 15% від загального вилову рапани в Україні.

Камбала-калкан традиційно є одним з найбільш цінних промислових об'єктів в Чорному морі. Лов калкана рибальськими підприємствами здійснюється в межах усього українського придунайського району, в т.ч. на значній відстані від берега. З огляду на це складування ґрунтів днопоглиблення на морському підводному відвалі може надавати певний несприятливий вплив як на нерест, нагул і міграції калкана, так і на ведення промислу. Тим не менш, улови калкана останніми роками тут залишалися стабільними та повністю відповідали квотам, що виділялися місцевим рибалкам. У 2018 р. було видобуто 26,4 т, у 2019 – 25,3 т, у 2020 – 26,4 т, у 2021 – 24,4 т. У середньому вилов калкана у придунайському районі становив 21 – 23% від загального вилову України у Чорному морі.

Значення для промислу інших морських видів ВБР (атерина, бички, хамса, оселедець, катран, скати, креветки, мідії) у придунайському районі відносно невелике. У 2021 р. загальний обсяг їх видобутку становив 77,8 т. У 2022 р. промисел ВБР у придунайському районі Чорного моря фактично не здійснювався.

У звітному періоді були виконані розрахунки збитків, нанесених рибному господарству при проведенні днопоглиблювальних робіт в 1 та 4 кварталах 2022 року. Експлуатаційні днопоглиблювальні роботи у 2-му та 3-му кварталах 2022 року на морському підхідному каналі ГСХ «Дунай-Чорне море» зі складуванням ґрунтів на морському підводному відвалі в прилеглий частині ПЗЧМ не велися.

Сумарний збиток, нанесений рибному господарству роботами 1 кварталу 2022 року складає- **66856,38 грн.** Сумарний збиток, нанесений рибному господарству роботами 4 кварталу 2021 року складає- **117997,08 грн.**

Оскільки днопоглиблювальні роботи у 2022 р. велися поза термінами нерестових заборонних періодів розрахунок збитків за погіршення умов відтворення водних біоресурсів не здійснювався.

Днопоглиблювальні роботи виконувались згідно запропонованої технології з урахуванням заходів спрямованих на зниження негативного впливу на водні біоресурси.

Даних про проведення днопоглиблювальних робіт у Кілійському гирлі Дунаю у 2022 р. не надано.



## 5. Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)

В період з жовтня 2022 по січень 2023 року головними факторами впливу на **флору та рослинність** заповідника були кліматичний та гідрологічний. Осінь 2022-го була помірно вологою та теплою, а метеорологічна зима з традиційними морозами, снігом і промерзанням ґрунту так і не настала. Через невисокий рівень води Дунай в 2019-2022 рр. та високі температури був низьким. Вода зберігалася лише в найбільш глибоких озерах, каналах та плесах, більшість інших територій були сухими. Теж саме відбувалось на островах дельти та о. Єрмаків.

**Флора** о. Єрмаків налічує 717 видів вищих судинних рослин, що складає 74,15% флори заповідника. Зараз рослинність острова розвивається в умовах порушеного гідрорежиму внаслідок кліматичних змін та надмірного пасовищного навантаження, вона є характерною для дельтових островів. Тут переважають болотні угруповання *Scirpeto-Phragmitetum* та *Caricetum acutiformis*, які формуються на територіях з постійним або тривалим зволоженням. Значними є площі *Scirpeto-Phragmitetum* в комплексі з *Bolboschoenetum maritimi*, що вказує на значну солоність ґрунту.

Зміненими оселищами на острові Єрмаків є дамби з рудеральною рослинністю, карта намиву, штучні канали та штучні насадження. До природних належать водно-болотна рослинність внутрішніх водойм острова, природні прируслові ліси. Критично важливими для збереження біорізноманіття є лучні ценози.

У 2004 р. під час здійснення проекту по відновленню ГСХ Дунай-Чорне море при днопоглиблювальних роботах по збільшенню глибини на перекатах Кілійського рукава ґрунт було звалено на спеціальних картах намиву у західній частині (верхів'ї) о. Єрмаків на площі близько 30 га. За 18 років карти намиву зросли і в складі рослинності біля 70% тамарикса галузистого (*Tamarix ramosissima*), на маслини сріблясту (*Elaeagnus argentea*) та вузьколисту (*E. angustifolia*) в загальному проективному покритті припадає біля 15% та біля 1-2% припадає на тополю білу (*Populus alba*).

В процесі спостережень попередніх років за процесами формування рослинності на картах намиву, була відмічена дуже велика різниця у складі рослинності між ділянками намиву з піщаним та мулистим ґрунтами. Ділянки з піщаним ґрунтом залишаються з найменшим проективним покриттям рослинністю (до 20%), тут переважають однорічні рослини, причому їхній видовий склад непостійний та здебільшого складається з рудеральних та солонцевих видів: сведа сланка (*Suaeda prostrata* Pall.), ячмінь дикий (*Hordeum murinum* L.), скритниця китникова (*Crypsis alopecuroides*), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), журавець дрібний (*Geranium pusillum* L.), латук татарський (*Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey.), повитиця польова (*Cuscuta campestris* Yunck), м'ята блошниця (*Mentha pulegium* L.) та інші. Безумовними домінантами серед трав'янистої рослинності на цих ділянках є вселенці нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.), амбрóзія полиноліста (*Ambrosia artemisifolia* L.), нетреба (*Xanthium*), стоколос безплідний (*Anisantha sterilis* L.).

На деяких ділянках з мулисто-піщаним ґрунтом в попередні роки проективне покриття рослинності досягало 95-100%, зменшуючись в посушливі роки.

На території острова здійснюється випас худоби та коней. При звичайному рівні води в Дунаї пасовищне навантаження є помірним, що дозволяє формувати невеликі луки та запобігає суцільному заростанню водойм повітряно-водною рослинністю. Останнє є надзвичайно важливим для збільшення біорізноманіття не тільки

флористичного, а і фауністичного. Максимальний рівень води, зафіксований на острові в 2010 році - 1,51 м БС, в маловодному 2017 році рівень води в Дунаї в створі Єрмакова падав до 0,33 м БС. Водність в 2018 році була середньою, а період 2019-2023 років був маловодним та посушливим, що викликали низку негативних змін в екосистемі острову Єрмаків.

Основні площі острова після роздамбування складають рівнинні тривало-заливні, середньо-заливні та коротко-заливні ділянки. Значно менші площі займають незаливні (карти наміву, придамбові території та власне дамби). Тривало-заливні приурочені до найбільш понижених елементів рельєфу і знаходяться під впливом затоплення до кінця літньої вегетації і їх площі є найбільшими, складаючи в роки з високою повінню до 90% території острову. Вони відзначаються одноманітністю рослинності, представленої переважно угрупованнями *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 та *Scirpetum lacustris* Schmale 1939, значно рідше (близько 5%) *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939.

При весняних паводках, коли заливається 90% суходолу, на острові спостерігається перевипас і лучна рослинність дуже виїдається. Саме карти наміву стають рятувальними ділянками для тварин острову і служать їм не тільки стаціями переживання, але і кормовими угіддями (рис.5.1)



**Рис. 5.1.** Карти наміву стали важливими біотопами для багатьох тварин

Тамарикс галузистий, маслинка та обліпіха крушиновидна за 18 років після наміву сягли висоти 3-5 метрів, поступово насуваються на піски, це сприяє закріпленню пісків та формуванню рослинного покриву.

Досвід багатководних років показав, що збільшення площі завжди сухих територій є позитивним чинником, тим більше що наявні незатоплювані території складають біля 10% площі острову. Єдине, що після створення карт наміву не була вчасно проведена їх рекультивация. З метою утворення різноманітних біотопів на острові, покращення умов для розвитку туризму, приваблення птахів, заліснення острову корисними, харчовими, лікарськими рослинами, необхідно висаджувати види кущів та дерев, які вже є на острові в незначній кількості, але витісняються агресивними вселенцями. На дамбах та інших підвищених ділянках в першу чергу в зоні антропогенних ландшафтів висадити наступні види кущів та дерев:

- обліпіха крушиноподібна (*Hippophae rhamnoides* L.), шовковиця біла (*Morus alba*), шовковиця чорна (*Morus nigra* L.), глід криваво-червоний (*Crataegus sanguinea* Pall), алича (*Prunus cerasifera* або *Prunus divaricata*), жерделя (*Prunus armeniaca*), слива звичайна (*Prunus domestica*), горобіна звичайна (*Sorbus aucuparia*), калина звичайна (*Viburnum opulus*), айва видовжена (*Cydonia oblonga*), черешня або вишня пташина (*Prunus avium*).

На сучасному стані *іхтіофауни* о. Єрмак позитивно відзначився аномально високий рівень води в р. Дунай протягом 2010 р., одразу ж після проведення відновлювальних робіт, який вперше за весь період спостережень, заповнив острів у повільно майже повністю (біля 95% площі). Це сприяло успішному нересту на водоймах острова різноманітних видів риби, у тому числі і рідкісних. Склад іхтіофауни для острова Єрмаків має особливе значення, враховуючи його площу та розташування в українській частині дельти Дунаю. Треба відмітити, що видовий склад іхтіофауни у внутрішніх водоймах острова суттєво збільшився внаслідок потрапляння в них мальків і молоді з ріки, під час тривалого і масштабного надходження дунайської води.

Загалом за весь період на острові зареєстровано 30 видів риби, з них 23 до відновлення і 30 після. Слід зазначити, що відновлений склад іхтіофауни Єрмакова є цілком природним для дельти Дунаю, особливо для руслових островів, бо 19 видів за способом розмноження є фітофілами, тобто пов'язаними з водною рослинністю.

Пізніше на острові частіше відмічались маловодні роки, що визивалось низьким рівнем води в р. Дунай і заповнення водойм острова під час весняної повені відбувалося в значно меншому обсязі, порівняно з 2010 роком, а постійний водообмін між водоймами острова і р. Дунай протягом року був обмежений. Зменшилася площа водойм, які були придатні для мешкання риби, а також погіршилися умови їх існування. Це призвело до збіднення як видового різноманіття риби в водоймах острова, так і до їх чисельності. Основними видами риби в водоймах острова у ці роки були карась срібний, щука, сазан, краснопірка, верховодка, сонячний окунь і лин.

На цей час процес ренатуралізації острова ще не закінчився, видовий склад іхтіофауни його внутрішніх водойм остаточно не сформувався. Незважаючи на це, значна площа острова, понад двох тисяч гектарів, та відновлення нересту багатьох туводних видів риби, забезпечують як високу чисельність риби, що мешкають постійно або довгий час у внутрішніх озерах, так і значну, навіть в межах цієї частини Дунаю, продуктивність мальків, які щорічно нагулюються у водоймах острова.

Польові дослідження популяції *герпето- та батрахофауни* під впливом природних та антропогенних чинників, а також вивчення впливу ГСХ Дунай-Чорне море на видовий склад та чисельність амфібій та рептилій Дунайського біосферного заповідника, проведено протягом жовтня-грудня 2022 р. Головним чином, польові дослідження включали фенологічні спостереження за представниками амфібій та рептилій, оскільки протягом звітного періоду (кінець осені – початок зими) відбувався перехід представників герпетофауни та батрахофауни до стану зимового заціпеніння. Проте, увага приділялася також розподілу герпето- та батрахофауни в районі ГСХ Дунай-Чорне море.

Осінній період 2022 р. в Північно-Західному Причорномор'ї виявився теплим. Слід зазначити, що аналогічна картина спостерігається під час моніторингу протягом останніх років (2019-2021 рр.). Температурний режим сприяв подовженню осінньої активності амфібій. Зокрема, активність ропухи зеленої *Bufo viridis* Laurenti, 1768 відмічена 29 грудня. Проте, подібна активність окремих представників батрахофауни має локальний та не масовий характер і пов'язана, в першу чергу, з періодами підвищення температури повітря.

Основна маса представників батрахофауни перейшла до стану зимового заціпеніння, як і минулого року, протягом III декади листопада – I декади грудня. Перехід до стану зимового заціпеніння видів герпетофауни відбувався раніше: у III декаді листопада – I декаді жовтня.

Протягом 2022 р. найбільший вплив на стан популяцій батрахо- та герпетофауни ДБЗ мав гідрологічний режим р. Дунай та прилеглих територій. Так, протягом усього року рівень води р. Дунай був дуже низький, що сприяло обмілінню та пересиханню багатьох мілководних водойм та прилеглих луків. Зокрема, на о. Єрмаків повністю висохли мілководні плеси в західній частині острова. Відмічено також значне обсихання Стенцівсько-Жебріянівських плавнів. На основі супутникової телеметрії фіксувалося обсихання луків та пересихання мілководних водойм в приморській частині островів Кубанський та Стамбульський. Така гідрологічна ситуація призвела до скорочення площ нерестових водойм та місць нагулу личиночних стадій видів батрахофауни. Протягом звітного періоду подібна картина зберігалася до кінця листопада, після чого рівень р. Дунай почав поступово підвищуватися, а окремі водойми – наповнюватися. Поступове наповнення мілководних водойм на території ДБЗ триває.

Скорочення площ мілководних водойм вплинуло на концентрацію та доступність для хижаків зелених жаб (види *Pelophylax esculentus complex*), тоді як інші види безхвостих амфібій, які не так тісно пов'язані з водою восени, постраждали від цього явища менше.

Враховуючи гідрологічну ситуацію протягом 2022 р., особливу роль для видів амфібій та рептилій відігравали глибокі протоки, озера та гирла р. Дунай. Протягом осіннього періоду в таких місцях відмічалася найбільша біорізноманітність видів батрахо- та герпетофауни. Все це актуалізує зусилля щодо покращення водообміну на окремих територіях ДБЗ, таких як о. Єрмаків та Стенцівсько-Жебріянівські плавні. Слід зазначити, що такі роботи проводились на території заповідника в 2021-2022 рр. Зокрема, в рамках ініціативи Rewilding Ukraine в південній частині о. Єрмаків створено 3 великих прорани в дамбі, що проходить по периметру острова, а для покращення водообміну Стенцівсько-Жебріянівських плавнів триває розчистка каналу «Міжколхозний». Вважаємо, що з огляду на кліматичну ситуацію та гідрологічний режим, який зберігається протягом останніх років, подібні роботи можуть позитивно вплинути на стан екосистем ДБЗ та мають бути продовжені та розширені.

Під час проведених досліджень істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море на стан популяцій земноводних і плазунів фауни ДБЗ виявлено не було.

**Орнітофауна.** В жовтні та грудні традиційно продовжується переміщення птахів, які пов'язані з сезонністю. Значна частина пролітає територію дельти Дунаю транзитно чи зупиняється на короткостроковий час для харчування, певні птахи формують зимові скупчення та в залежності від погодних умов тримаються на території усю зиму. Приморська частина дельти Дунаю відіграє важливе значення для птахів в цей період та є місцем де зупиняється близько 240 видів птахів. Найбільші скупчення птахів та найбільше видове їх різноманіття відмічається на кормових стаціях. Для птахів водно-болотного комплексу такими є мілководні ділянки затонів та приморські коси, для Горобцеподібних *Passeriformes* – чагарникові зарості та дерева на прибережних ділянках моря та вздовж гирл. Глибоководних ділянок птахи зазвичай уникають, а їх використання зазвичай збільшується лише в періоди різкого зниження температури та негоди, коли птахи не можуть здійснювати активних переміщень, а мілководні ділянки вкриваються кригою та стають недоступними для харчування.

В жовтні-грудні 2022 р. були проведені дослідження видового складу птахів в районі ГСХ, їх розподілу по території та аналізу чинників, які могли мати на них вплив;

визначення впливу робіт на мігруючих та зимуючих птахів, пов'язаних з експлуатацією судноплавного каналу.

В попередні роки умовно територія ГСХ в межах ДБЗ була розмежована на кілька біотопічних зон (зона очеретяних заростей, зона заплавного лісу, зона барової частини гирла Бистре, зона відкритого водного дзеркала гирла Бистре та гирла Старостамбульське) для кожної з яких характерний свій видовий склад та чисельність птахів в період міграцій.

В районі ГСХ традиційні скупчення птахів водно-болотного комплексу відмічені передусім в приморській частині дельти та на о. Єрмаків. Їхня кількість та видовий склад залежить першочергово від харчової бази та її доступності для птахів. Так найбільша кількість птахів та видів відмічена на мілководних ділянках. По відношенню до минулих років, строки міграцій та видовий склад майже не змінилися. Станом на кінець грудня 2022 р. масові скупчення качок в Придунайському регіоні України, які традиційно формуються в зимовий період, не відмічені. Це пояснюється теплими кліматичними умовами в жовтні-грудні 2022 р.. Окрім того в цей період було в регіоні відмічено ряд видів, які є перелітними і лише в теплі зими поодинокі особини можуть лишатися на зимівлю. Так, в грудні 2022 р. було відмічено крячка світлокрилого *Chlidonias leucopterus*, чоботаря *Recurvirostra avosetta*, брижача *Philomachus pugnax*, чепуру малу *Egretta garzetta*.

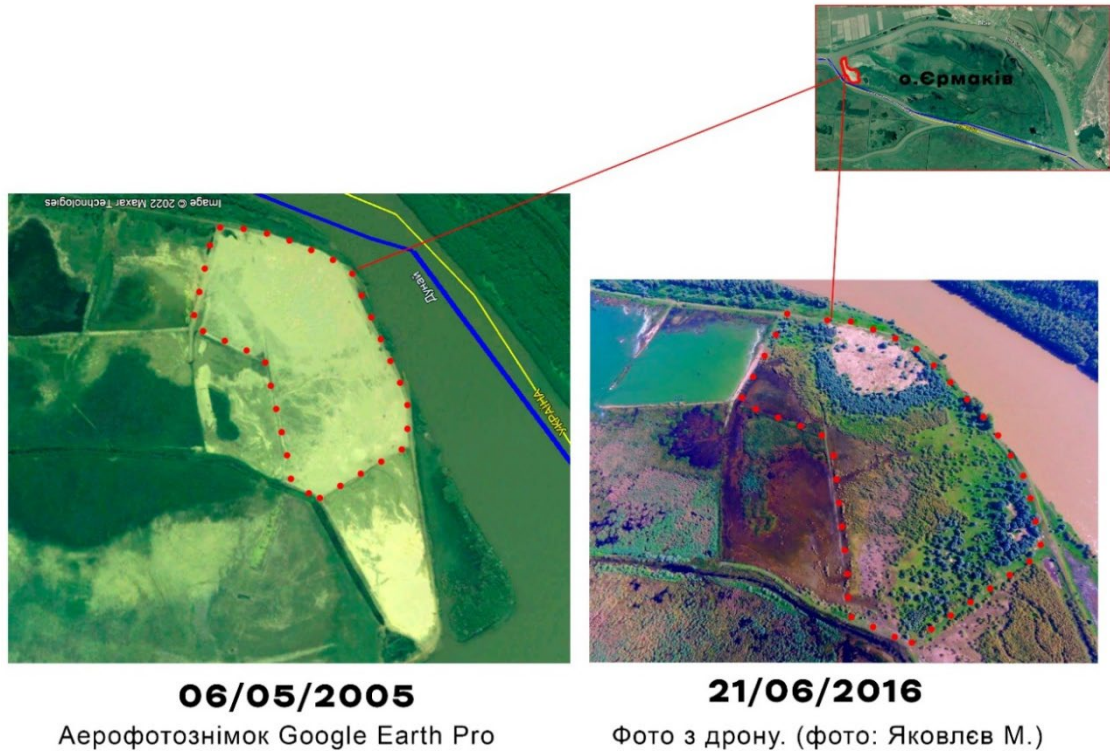
На перерозподіл птахів водно-болотного комплексу в 2022 р. в першу чергу впливав гідрологічний стан території, який першочергово залежить від рівня р. Дунай та кількості опадів. Літньо-осінній період 2022 р. виявився маловодним, значні площі водно-болотних угідь обсохли. В районі ГСХ (в межах ДБЗ) найбільш суттєво висохли території о. Єрмаків, Стенцівсько-Жебріянівських плавнів. Території почали обводнюватися в листопаді-грудні, з початком підняття рівня води в р. Дунай.

Порівнюючи гідрологічний стан грудня 2021 р. та 2022 р., на основі візуальних спостережень та даних супутникової телеметрії, можна зазначити, що площа обводнених ділянок в 2022 р. була значно меншою. Так в грудні 2022 р., на відміну від 2021 р., були повністю висохлими водойми та луки в північно-західній частині о. Єрмаків, луки в приморській частині гирла Бистре (на островах Старостамбульське та Кубанське).

В 2022 р. були проведені додаткові дослідження, щодо освоєння орнітофауною наземних відвалів ґрунту на о. Єрмаків в період 2004-2022 рр..

Територія, де велося складування ґрунту в рамках будівництва глибоководного суднового ходу «Дунай-Чорне море», почала активно заростати чагарниковою рослинністю, переважно тамариксом та лохом (рис. 5.2). Вже в 2015-2016 рр., стала важливим місцем гніздування птахів родини Кропив'янкових *Sylviidae*, в тому числі рідкісного для України виду – берестянки блідої *Hippolais pallida*. Окрім того на зазначеній території відмічене гніздування кропив'янки прудкої *Sylvia curruca*, сорокопуда тернового *Lanius collurio*, сороки *Pica pica*. Десятки видів ряду Горобцеподібні *Passeriformes* (переважно комахоїдні) на зазначеній території харчуються під час міграцій та зимівлі.





**Рис.5.2.** Динаміка заростання рослинністю відвалів ґрунту на о. Єрмаків в період 2005-2016 рр.

В листопаді-грудні 2022 р. був проведений аналіз ризиків, щодо можливого впливу на місцеву орнітофауну, через збільшення експлуатації ГСХ та роботами, пов'язаними з його обслуговуванням. До основних ризиків можна віднести наступне:

*Днопоглиблення.* Виходячи з того, що птахи в період жовтня-грудня 2022 р. по руслам р. Дунай не утворювали скупчень, роботи пов'язані з обслуговуванням ГСХ мали мінімальний вплив на орнітофауну.

*Забруднення води.* При недотриманні норм щодо утилізації паливно-мастильних матеріалів чи аварій на ГСХ є пряма загроза забруднення вод р. Дунай та прибережної частини Чорного моря. Це може нести пряму загрозу для водоплавних та навколководних птахів як через руйнацію водовідштовхувальної властивості оперення птахів (наприклад нафтове забруднення) так і через отруєння чи загибель гідробіонтів, якими птахи харчуються.

*Шумове забруднення.* Враховуючи, що роботи з поглибленням ГСХ Дунай-Чорне море здійснювалися в нерепродуктивний для птахів час, такий вплив можна вважати мінімальним.

*Хвильові явища, пов'язані з рухом суден.* Подібні явища можуть нести певну небезпеку для птахів в період гніздування, коли інтенсивні хвилі можуть нанести певну шкоду гніздам чи пташеняткам, що розташовані в прибережній частині русел ГСХ. В осінньо-зимовий період негативного впливу це явище на птахів не мало.

Враховуючи розподіл птахів по території в зазначений період та об'єми експлуатації ГСХ, можна стверджувати, що негативного впливу на фауну птахів роботи, пов'язані з експлуатацією каналу, в жовтні-грудні 2022 р. не мали. Птахи водно-болотного комплексу, що харчувалися на мілководних ділянках в приморській

частині гирла досить спокійно реагували на роботи. Чисельність птахів та їх перерозподіл головним чином залежала від доступності кормової бази та погодних умов.

В жовтні-грудні 2022 р. в рамках дослідження стану *теріофауни* під впливом природних та антропогенних чинників, а також вивчення впливу ГСХ Дунай-Чорне море на видовий склад та чисельність ссавців Дунайського біосферного заповідника, проведено маршрутні обліки видів теріофауни на територіях, що межують з ГСХ. Під час маршрутних обліків фіксувався видовий склад, розподіл по територіям та характер перебування ссавців. Окремо проведено роботи щодо картування нір хижих ссавців. Через режим комендантської години не проводилися нічні обліки дрібних ссавців за допомогою пасток (живоловушок) Шермана.

На о. Єрмаків відмічений перерозподіл видів хижих ссавців по території острова. Окремі елементи цього процесу фіксувалися в попередні роки та наводилися в попередніх звітах. На хід перерозподілу, на нашу думку, найбільше впливали 2 фактори: експлуатація частини острова в господарських цілях та гідрологічний режим. Так, північно-західна частина о. Єрмаків, яка примикає до ГСХ, найбільшою мірою задіяна в господарській діяльності: тут функціонує ґрунтова дорога та господарський комплекс. Ця територія найчастіше використовується рибалками для любительської риболовлі. В той самий час, в цій частині острова розташовані карти намиву – відвали ґрунту сформовані на початку функціонування ГСХ.

Карти намиву в західній частині острова протягом останніх років сильно поросли тамариксом. В той самий час, за рахунок вільного випасу ВРХ та коней в суцільних заростях тамариксу сформувалися проходи. Все це зумовило привабливість цих територій для окремих груп ссавців, головним чином хижих та копитних. Враховуючи прилеглі території, в цій частині острова відмічається найбільше біотопічне різноманіття.

Проте, гідрологічний режим острова Єрмаків та р. Дунай протягом останніх років сприяв обсиханню окремих ділянок острову, що зробило їх доступнішими для наземних ссавців. Поява нових доступних територій та господарська діяльність в північно-західній частині острова сприяли переміщенню окремих видів ссавців (шакал *Canis aureus* Linnaeus, 1758, борсук європейський *Meles meles* Linnaeus, 1758, собака єнотоподібний *Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834) на південні та східні ділянки острова, де ці види зустрічалися, головним чином, в районі дамб. Про це свідчать результати моніторингу нір хижих ссавців, а також зустрічі цих видів та продуктів їх життєдіяльності під час маршрутних обліків.

Протягом всього 2022 р. та осіннього періоду зокрема, відмічено поступове повернення хижих ссавців до північно-західної частини острова, що підтверджується знахідкою тут 3 нових нір, одна з яких ідентифікована як тимчасова нора борсука європейського, а інша – як нора шакала. Ми пов'язуємо це, насамперед, з військовою агресією росії проти України, під час якої господарська діяльність в цій частині острова значно скоротилася.

Наведені дані опосередковано підтверджують, що господарська діяльність безпосередньо в береговій частині о. Єрмаків може мати більший вплив на розподіл хижих ссавців, ніж експлуатація ГСХ. Це підтверджується також результатами картування нір хижих ссавців на о. Єрмаків уздовж ГСХ. Так, кількість нір, що належать різним видам в північно-західній частині острова менша ніж в північно-східній та східній.

Окремо слід наголосити на ролі дамб та карт наміву в періоди високого рівня р. Дунай. Для хижих ссавців, які використовують нори як сховища та місця для розмноження, в періоди значного підтоплення острова Єрмаків, дамби та карти наміву залишаються єдиними місцями, де можливе будівництво цих нир. Тому наявність дамб та карт наміву на острові сприяє збереженню тут біорізноманіття ссавців.

Як і минулого року, тепла осінь, яка сприяла розширенню періоду активності комах, вплинула на період активності кажанів, який реєструвався фактично до I декади грудня. Слід зазначити, що усі види кажанів фауни України охороняються на національному та міжнародному рівні.

Враховуючі наявні в ЗМІ відкриті дані щодо військової активності та мінної небезпеки в районі острова Зміїний та на Чорноморському узбережжі Одеської області, серед видів, які постраждали від військових дій, можуть бути, окрім дельфінів, видра річкова *Lutra lutra* Linnaeus, 1758 та норка європейська *Mustela lutreola* Linnaeus, 1766 (види, які охороняються на національному та міжнародному рівні), а також шакал. Всі ці види використовують приморську частину дельти р. Дунай протягом всього року та є тут чисельними.

Окрім того, через обмеження відвідування приморських територій, наразі важко встановити вплив обсихання луків та водойм в приморській частині островів Кубанський та Стамбульський на фауну дрібних ссавців, зокрема рідкісних кутори малої *Neomys anomalus* Cabrera, 1907 та миші крихітки *Micromys minutus* Pallas, 1771. За даними супутникової телеметрії, через низький рівень р. Дунай протягом 2022 р., ці території значно висохли, що могло призвести до трансформації окремих біотопів, головним чином – луків.

Під час проведених досліджень істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай-Чорне море на стан популяцій ссавців фауни ДБЗ виявлено не було.



## 6. Аналіз динаміки руслових процесів і завислих речовин в дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря за матеріалами космічних зйомок

### Підбір космічних знімків

У 2022 році (як і в попередні 2013-21 рр.) для аналізу динаміки зважених речовин були залучені знімки з космічного апарату Landsat 8. Вибір знімків КА Landsat обумовлений їх доступністю та можливістю використання всього набору спектральних каналів як для надійної візуальної ідентифікації водних об'єктів так і для автоматичної обробки спеціалізованим програмним забезпеченням (для ідентифікації водних поверхонь найбільш ефективною є комбінація інфрачервоних (далекого, середнього та ближнього) та червоного каналів, а для оцінки кількості зважених речовин використовуються червоний і блакитний канали). Також знімки КА Landsat мають оптимальне просторове розрізнення, що забезпечує необхідну детальність досліджень. Знімки Landsat 8 мають роздільну здатність 30 м у синьому, зеленому, червоному, ближньому інфрачервоному, середньому інфрачервоному та далекому інфрачервоному каналах та 60 м у термальному каналі та панхроматичний канал з роздільною здатністю 15 м. (табл. 6.1). Повторюваність одержання знімків складає 16 діб.

**Таблиця 6.1.** Характеристики знімків КА Landsat 8

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Назва каналу	Довжина хвилі, мкм	Розрізнення, м
Band 1	Coastal aerosol	0,43 - 0,45	30
Band 2	Blue	0,45 - 0,51	30
Band 3	Green	0,53 - 0,59	30
Band 4	Red	0,64 - 0,67	30
Band 5	Near Infrared (NIR)	0,85 - 0,88	30
Band 6	SWIR 1	1,57 - 1,65	30
Band 7	SWIR 2	2,11 - 2,29	30
Band 8	Panchromatic	0,50 - 0,68	15
Band 9	Cirrus	1,36 - 1,38	30
Band 10	Thermal Infrared (TIRS) 1	10,60 - 11,19	100
Band 11	Thermal Infrared (TIRS) 2	11,50 - 12,51	100

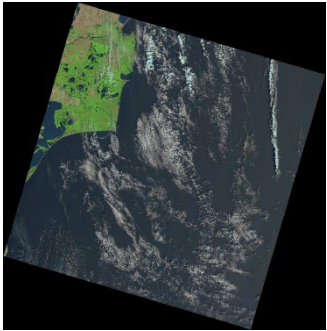

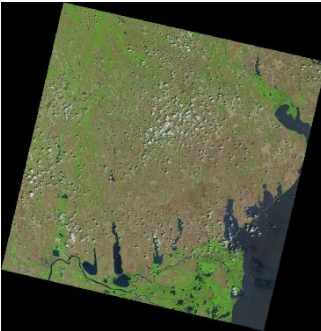

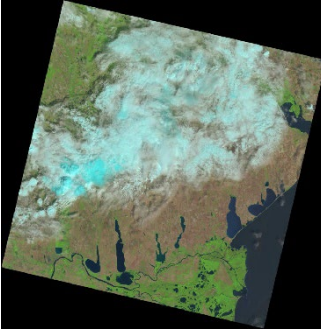
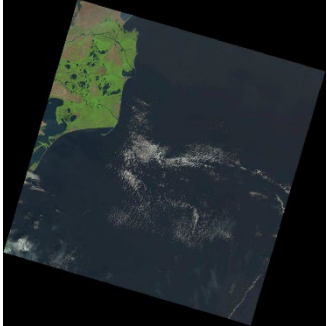
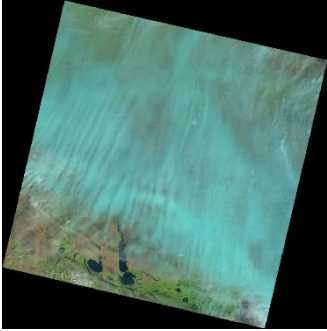
Додатковою перевагою залучення для аналізу процесів у дельті Дунаю знімків КА Landsat 8 є можливість використання даних двох суміжних смуг зйомки (Path 180, Path 181), що подвоює кількість первинної інформації.

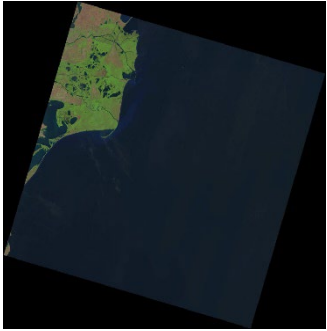
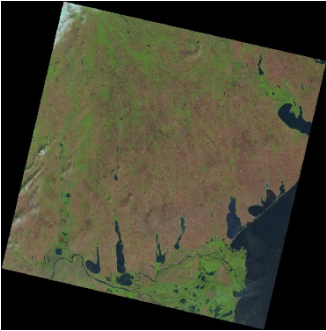
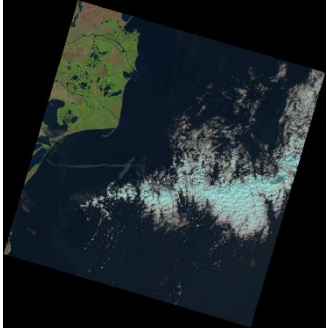
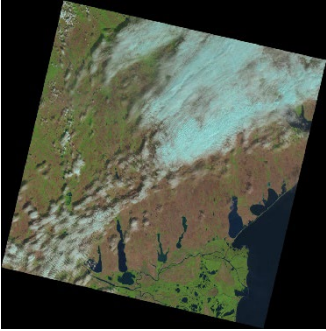
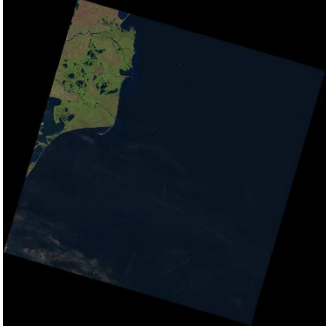
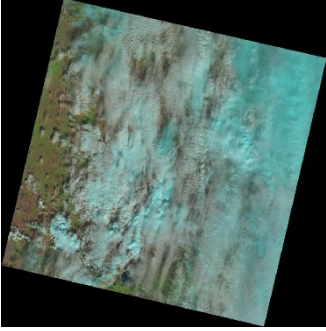
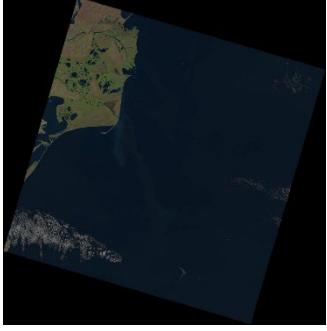
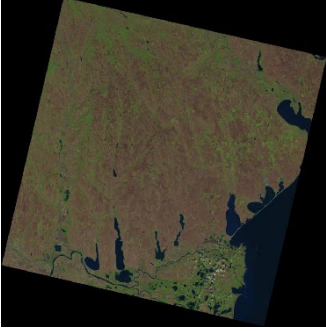
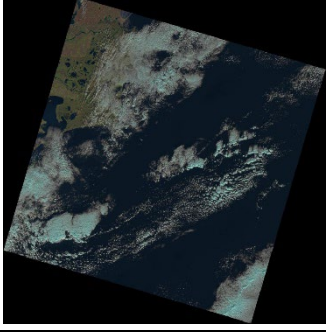
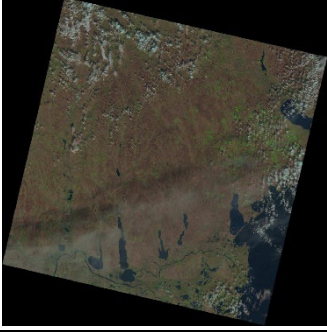
На першому етапі досліджень були проведені підготовчі роботи по підборі та попередній обробці знімків.

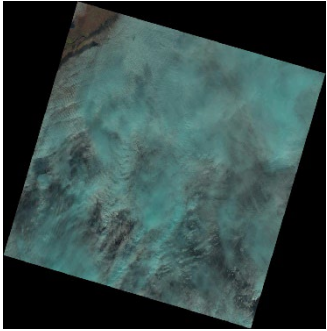
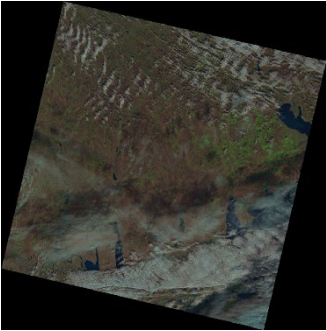
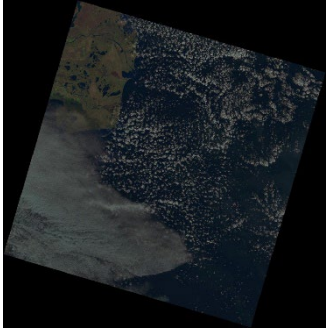
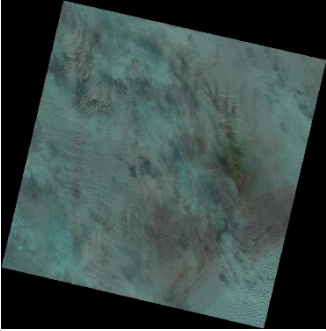
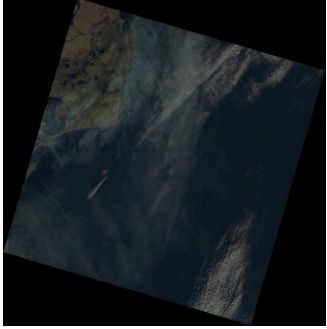
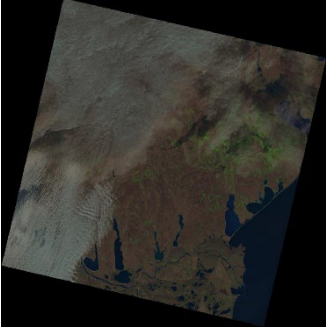
У ході виконання робіт проаналізовано наявність знімків зони досліджень та можливість їх використання для вирішення визначених задач (табл.6.2). У таблиці зеленим кольором позначені дати, на які інформація повноцінна (територія дослідження вільна від хмар та імлі), жовтим – частково присутні хмари та/або імла,

червоним – хмари та імла не дозволяють одержати необхідну інформацію. Переважні чинники, що заважають обробці знімків – наявність хмарності у зоні досліджень.

**Таблиця 6.2.** Вигляд доступних для аналізу стану узбережжя дельти Дунаю знімків Landsat 8 за липень-грудень 2022 року

Path 180 Raw 029		Path 181 Raw 028	
Дата	Оглядове зображення	Дата	Оглядове зображення
07.07.2022		-	
23.07.2022		14.07.2022	
08.08.2022		30.07.2022	
24.08.2022		15.08.2022	

Path 180 Raw 029		Path 181 Raw 028	
Дата	Оглядове зображення	Дата	Оглядове зображення
09.09.2022		31.08.2022	
25.09.2022		16.09.2022	
11.10.2022		02.10.2022	
27.10.2022		18.10.2022	
12.11.2022		03.11.2022	

Path 180 Raw 029		Path 181 Raw 028	
Дата	Оглядове зображення	Дата	Оглядове зображення
28.11.2022		19.11.2022	
14.12.2022		05.12.2022	
30.12.2022		21.12.2022	

Таким чином з 23 зображень КА Landsat-8 (що є у доступі за друге півріччя) у базу даних для подальшої обробки відібрано 10 знімків за такі дати: 23.07.2022 р., 30.07.2022 р., 08.08.2022 р., 24.08.2022 р., 9.09.2022 р., 16.09.2022 р., 25.09.2022 р., 11.10.2022 р., 27.10.2022 р., 21.12.2022 р.

Всі знімки трансформовані у UTM зону 35N координатної системи WGS-84. Також проведено об'єднання спектральних каналів в єдиний знімок. Попередня обробка знімків з КА Landsat 8 включала збільшення просторового розрізнення спектральних каналів до 15 м з використанням панхроматичного каналу за методом High Pass Filter (HPF) resolution merge.

Подальша обробка знімків включала радіометричну та атмосферну корекцію даних для аналізу динаміки берегової смуги та розподілу зважених речовин у рукавах Дунаю та акваторії Чорного моря.

### ***Динаміка розподілу зважених речовин***

Аналіз космічних знімків за період липень-грудень 2022 р. дозволив відобразити динаміку зважених речовин (ЗР) західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай. На рис. 6.1 – 6.2 приведені синтезовані космічні зображення послідовно за декілька місяців.

Для кількісної оцінки проведений розрахунковий аналіз та наведені відносні концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирла Дунаю (рис. 6.3–6.7). Аналіз зображень виконаний за методикою, що заснована на використанні червоного каналу з довжиною хвилі 0,6–0,7 мкм [2, 4, 5].

У липні і серпні спостерігався винос зважених речовин низької інтенсивності у південному і південно-східному напрямку. На початку вересня потік підвищеної інтенсивності спрямований на північний схід, у другій половині вересня винос зважених речовин середньої інтенсивності відбувається у східному напрямку. У жовтні напрямок виносу південно-східний, у грудні – східний. Найбільш інтенсивний винос зважених речовин спостерігався 9 вересня та 21 грудня. Мінімальні значення виносу спостерігалися 23 липня. В інші періоди спостережень інтенсивність виносу була помірною.

### ***Динаміка берегових ліній***

Аналіз супутникових зображень дозволив дослідити просторово-часові зміни берегової лінії. Для аналізу використовувалася комбінація далекого, середнього та ближнього інфрачервоних каналів яка вирівнює фототон водної поверхні та робить її більш контрастною по відношенню до поверхні суходолу [8].

Як і у попередні роки для порівняльного візуального аналізу знімків виділені ділянки, де відбувалися найбільш суттєві зміни берегової лінії: затока Таранів, острів Пташиний, острови Нова Земля.

#### ***Затока Таранів***

У 2020 і 2021 роках весняного розмиву кіс не спостерігалось (на відміну від попередніх років), лише наприкінці осені на північ від гирла Прорва спостерігалось незначне здовження західного крила коси та її потовщення. У другій половині 2022 р. відбувалося незначне нарощування кіс (рис. 6.8).

#### ***Острів Пташиний***

У 2014 році спостерігалися процеси, що активно нарощували острів. Вони дещо уповільнилися у 2015-2016 році, контури острова суттєво не змінювалися. У 2017 році спостерігалися коливання площі внутрішньо берегового простору проміж островом та берегом, а у серпні південна частина острова зникається з берегом. У 2018 році острів перетворився на півострів і перебуває у цьому стані до теперішнього часу (рис. 6.7). У 2022 році, як і у 2019-2021 роках суттєвих змін у конфігурації берегів острову (півострову) Пташиний не відбувалося (рис. 6.9).

#### ***Острів Нова Земля***

За період спостережень 2010-2019 років конфігурація берегів островів Нова Земля була досить нестабільна і змінювалася у розмірах переважно в широтному напрямку. У 2019-2021 роках структура островів Нова Земля майже не змінювалася. У другій половині 2022 р. істотних змін берегів не спостерігалось (рис. 6.10).

### ***Висновки***

Для аналізу динаміки берегової смуги та розподілу зважених речовин у дельті Дунаю у 2022 р. створена база даних космічних знімків, проводиться їхня обробка та дешифрування.

Візуальний аналіз розподілу зважених речовин західної частини акваторії Чорного моря в районі дельти р. Дунай показав наступну динаміку:

- загальний напрям виносу зважених речовин південний та південно-східний, в

окремі періоди берегова течія та вітропотік зносить їх у північно-східному та східному напрямку;

-у зоні дампінгу аномалій фототону не спостерігається;

-у другому півріччі істотних змін конфігурації кіс та берегової лінії не виявлено.

### *Література до розділу*

1. Kilham, N. E., D. Roberts, and M. B. Singer (2012), Remote sensing of suspended sediment concentration during turbid flood conditions on the Feather River, California—A modeling approach, *Water Resour. Res.*, 48, W01521, doi:10.1029/2011WR010391.
2. Lavery, P. at al. Water Quality Monitoring in Estuarine Waters Using the Landsat Thematic Mapper // *Remote Sens. Environ.* No. 46, 1993, p.268-280.
3. Long C.M., Pavelsky T.M. Remote sensing of suspended sediment concentration and hydrologic connectivity in a complex wetland environment // *Remote Sensing of Environment*, #129 (2013), p. 197-209.
4. Tassan, S. (1987), Evaluation of the potential of the Thematic Mapper for Marine application, *Int. J. Remote Sens.* 8:1455.
5. Tassan, S., 1997, A numerical model for the detection of sediment concentration in stratified river plumes using Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing*, 18, pp. 2699–2705.
6. Zhou W. at al. Mapping the concentrations of total suspended matter in Lake Taihu, China, using Landsat-5 TM data, *International Journal of Remote Sensing*, 2006, v. 27, No. 6, p. 1177-1191.
7. Гурова Е.С. Методологические особенности использования спутниковых снимков MODIS для оценки распределения взвеси в прибрежных водах юго-восточной Балтики // *Тр. межд. конф. Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер, водохранилищ.* Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. С. 130–140.
8. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря / Довгий С.О., Ключко Т.О. та ін. Під ред. С.О. Довгого. – К.: Інформаційні технології, 2010. – 260 с.



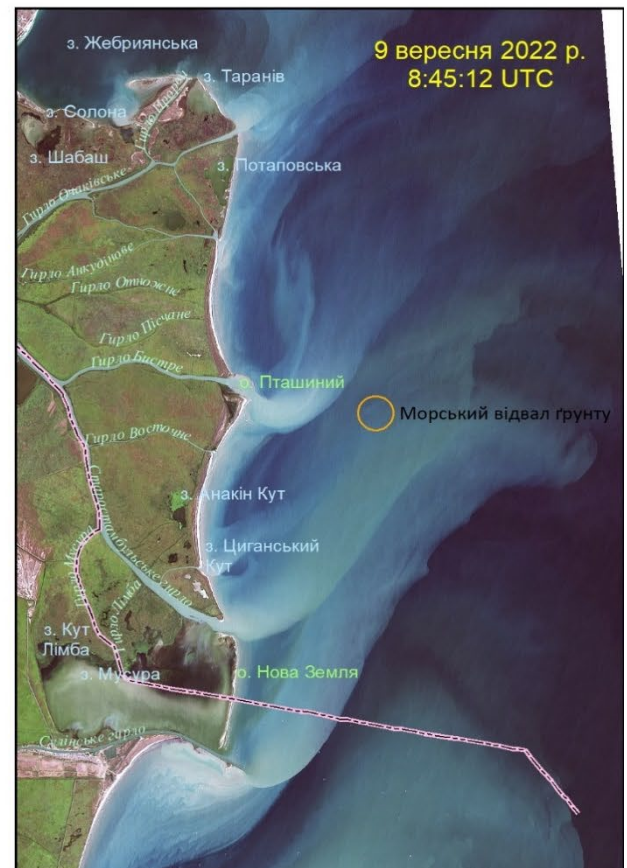
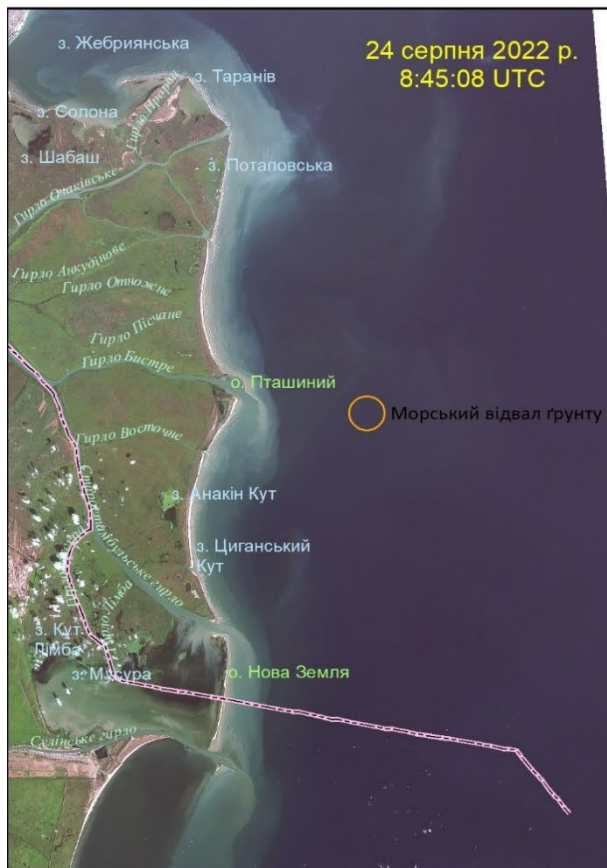
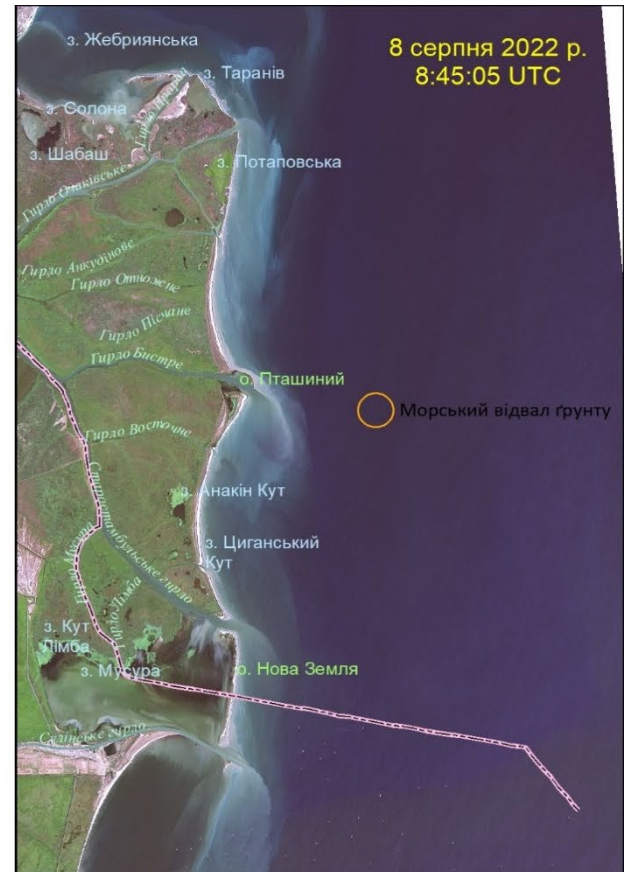


Рис. 6.4. Факели виносу дельти Дунаю у прибережній частині акваторії Чорного моря (Знімки КА Landsat 8, канали червоний, зелений, синій), липень-вересень 2022 р.



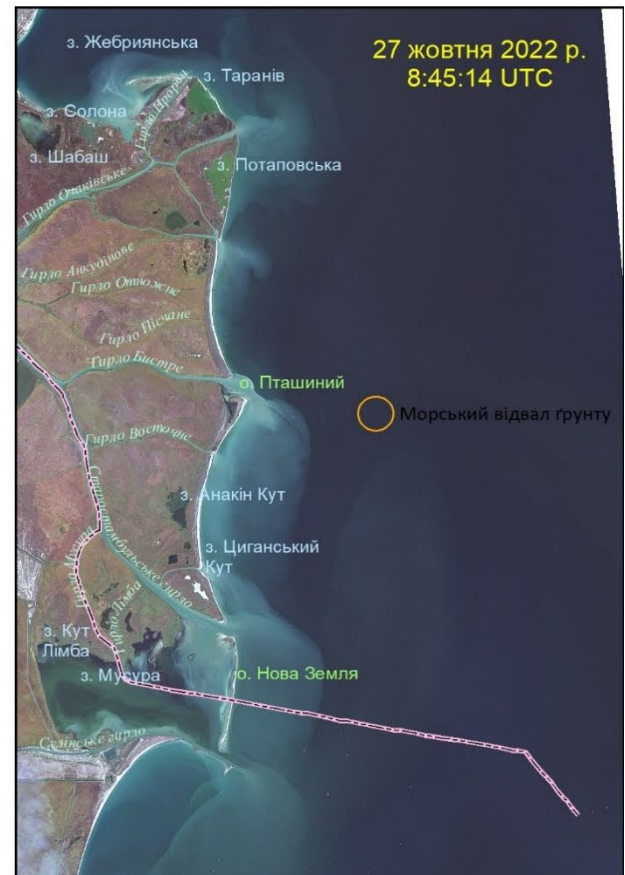
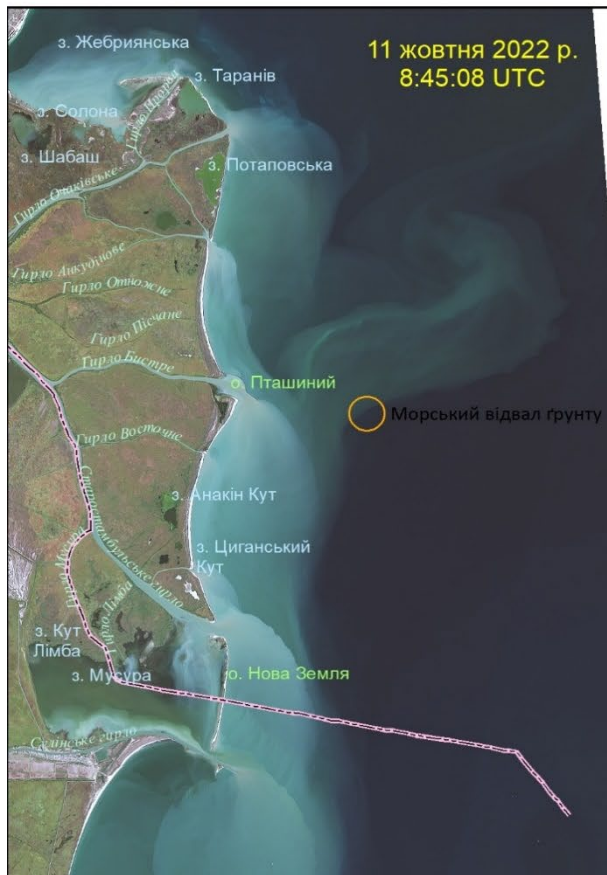
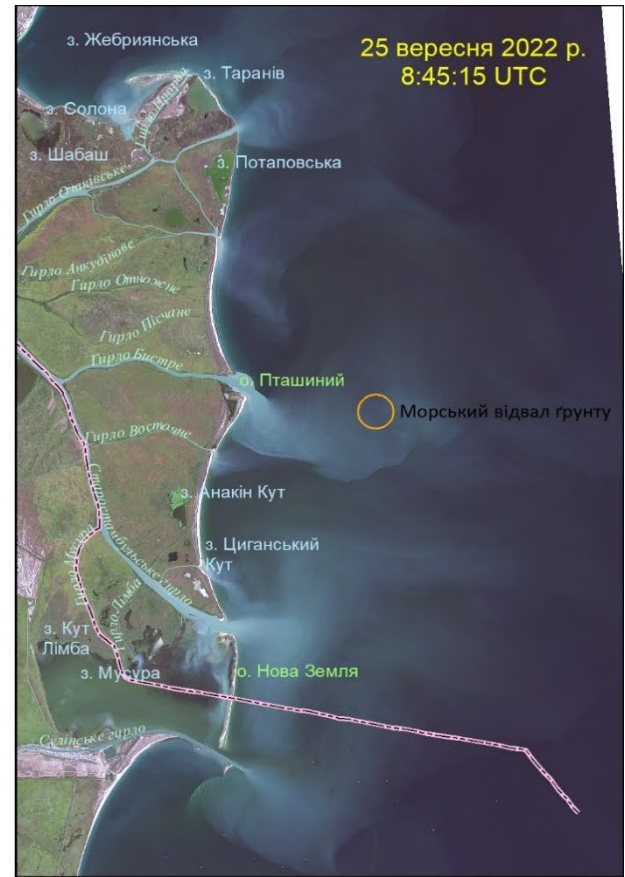
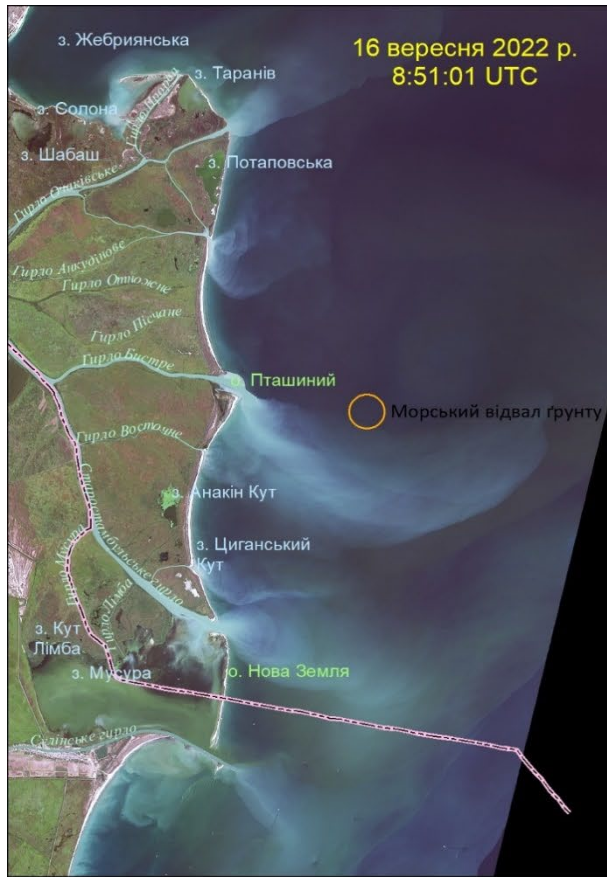
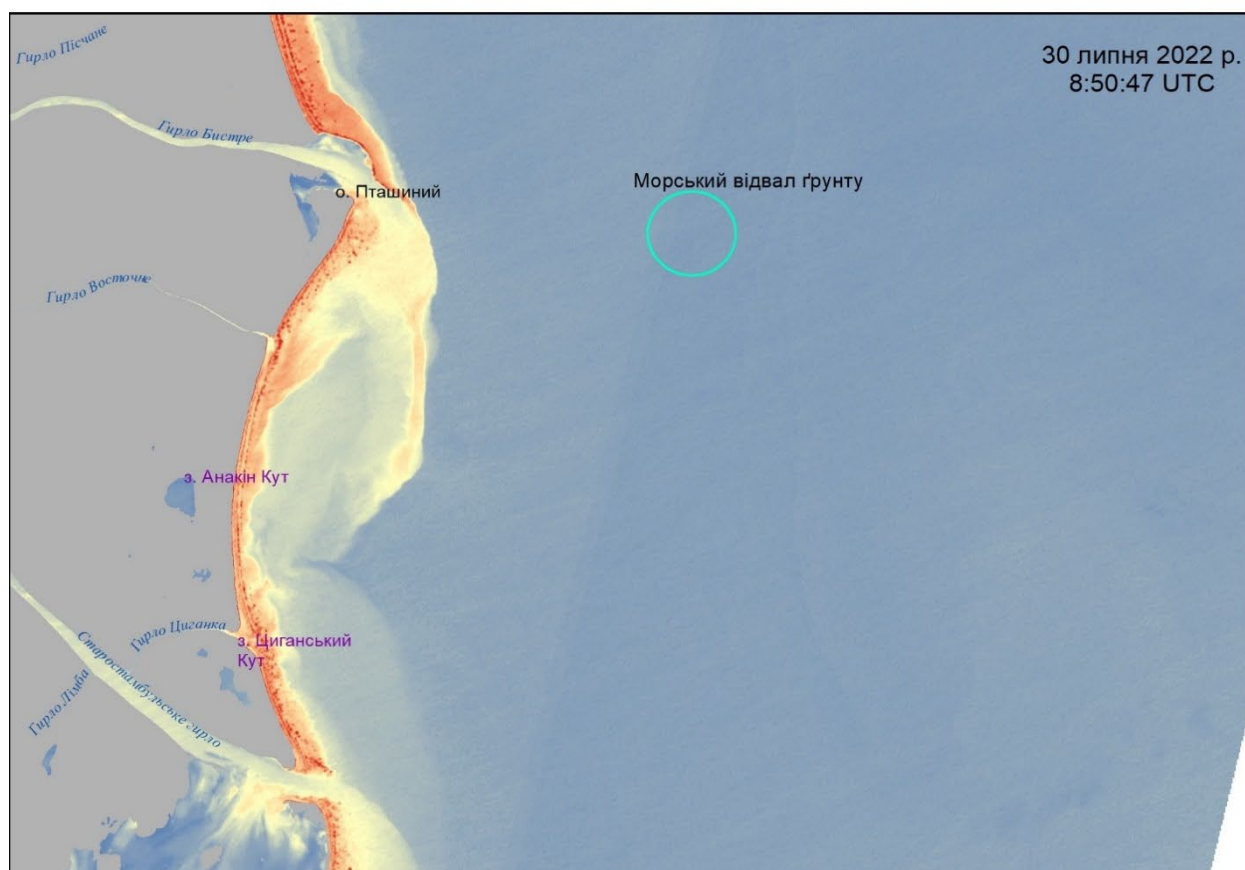
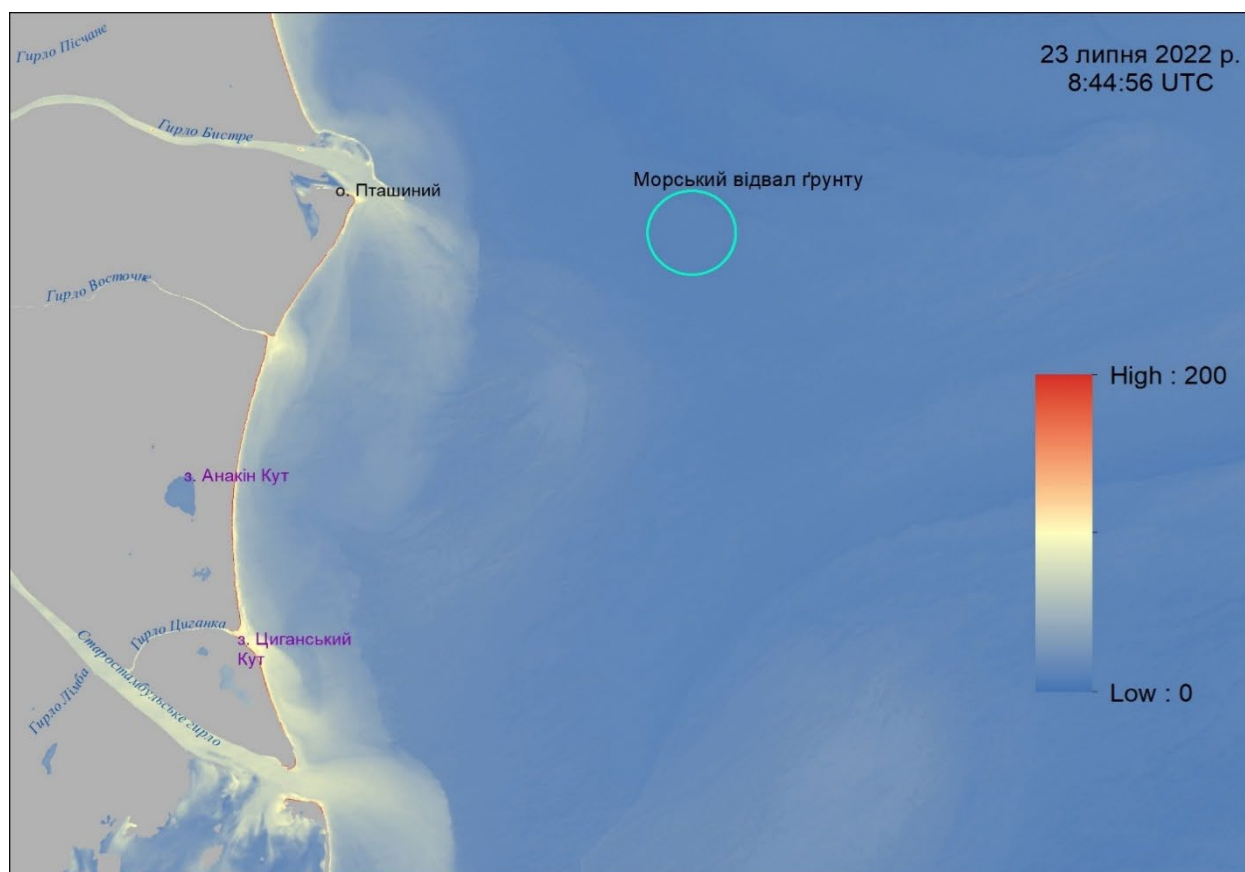
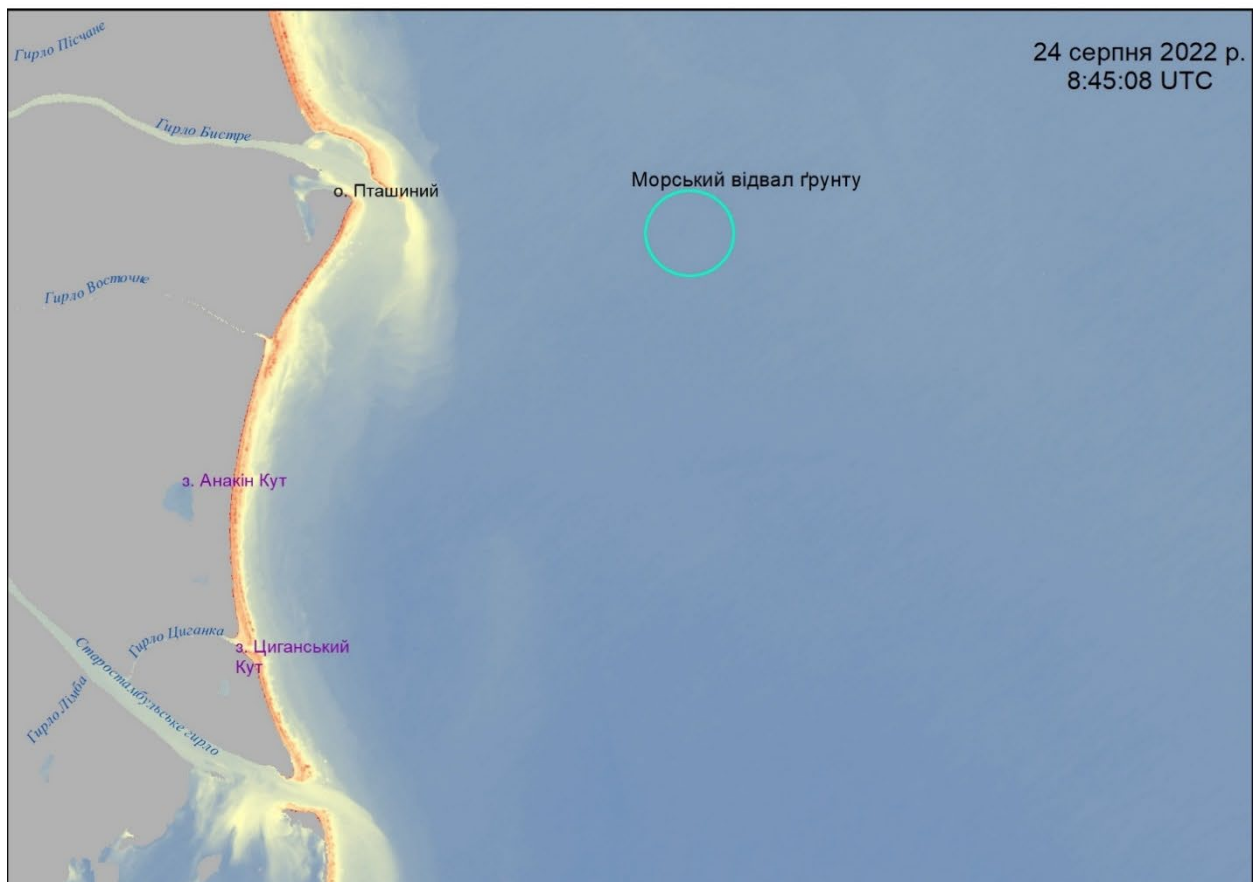
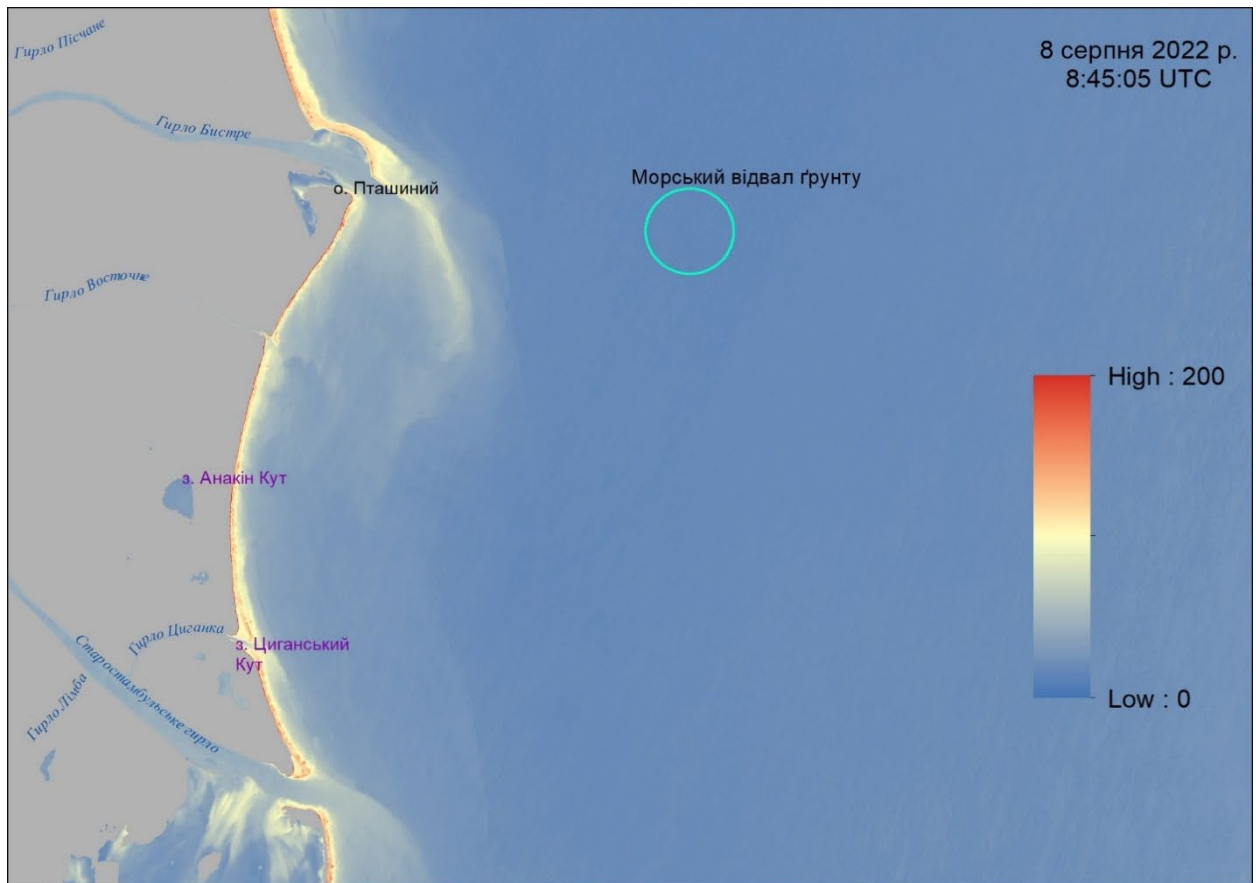


Рис. 6.5. Факели виносу дельти Дунаю у прибережній частині акваторії Чорного моря (Знімки КА Landsat 8, канали червоний, зелений, синій), вересень-жовтень 2022 р.

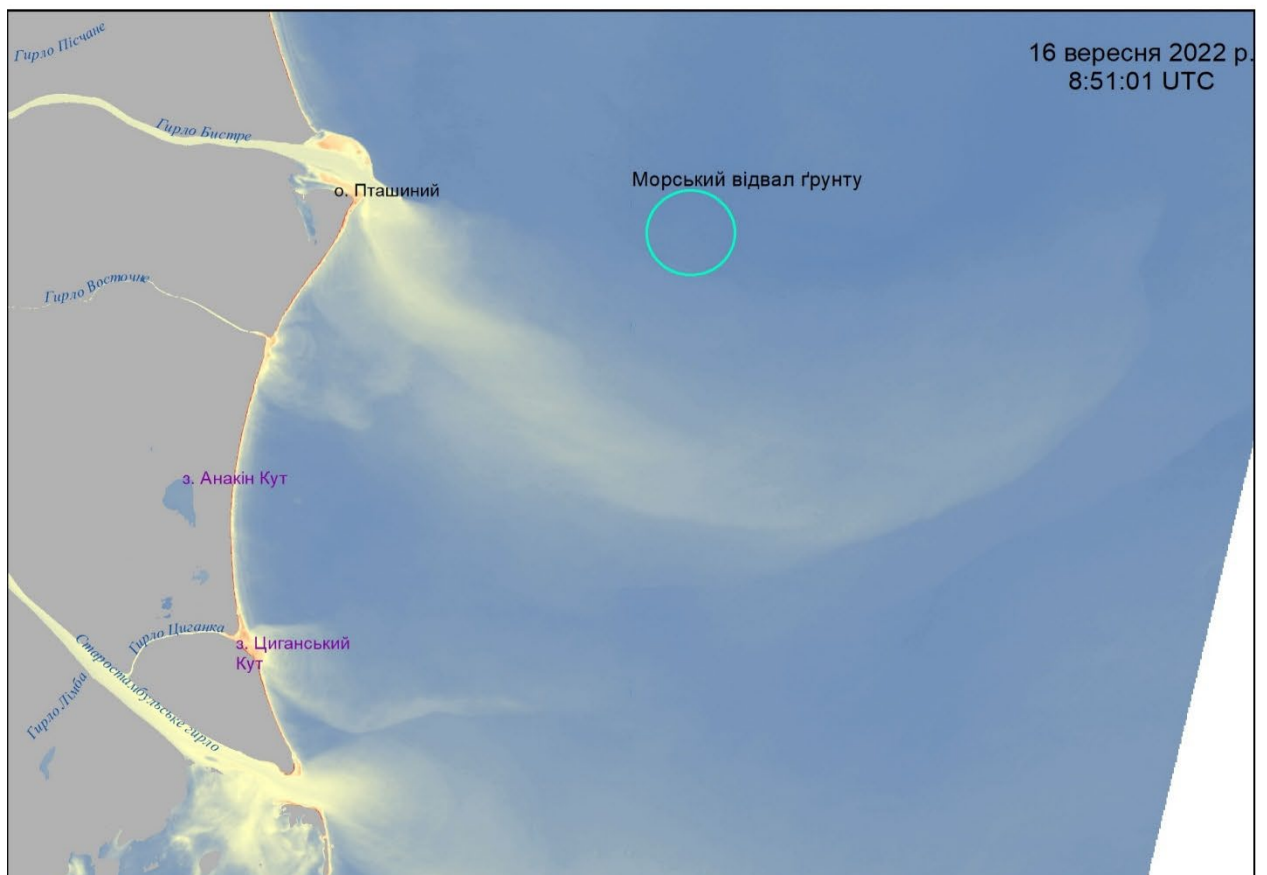
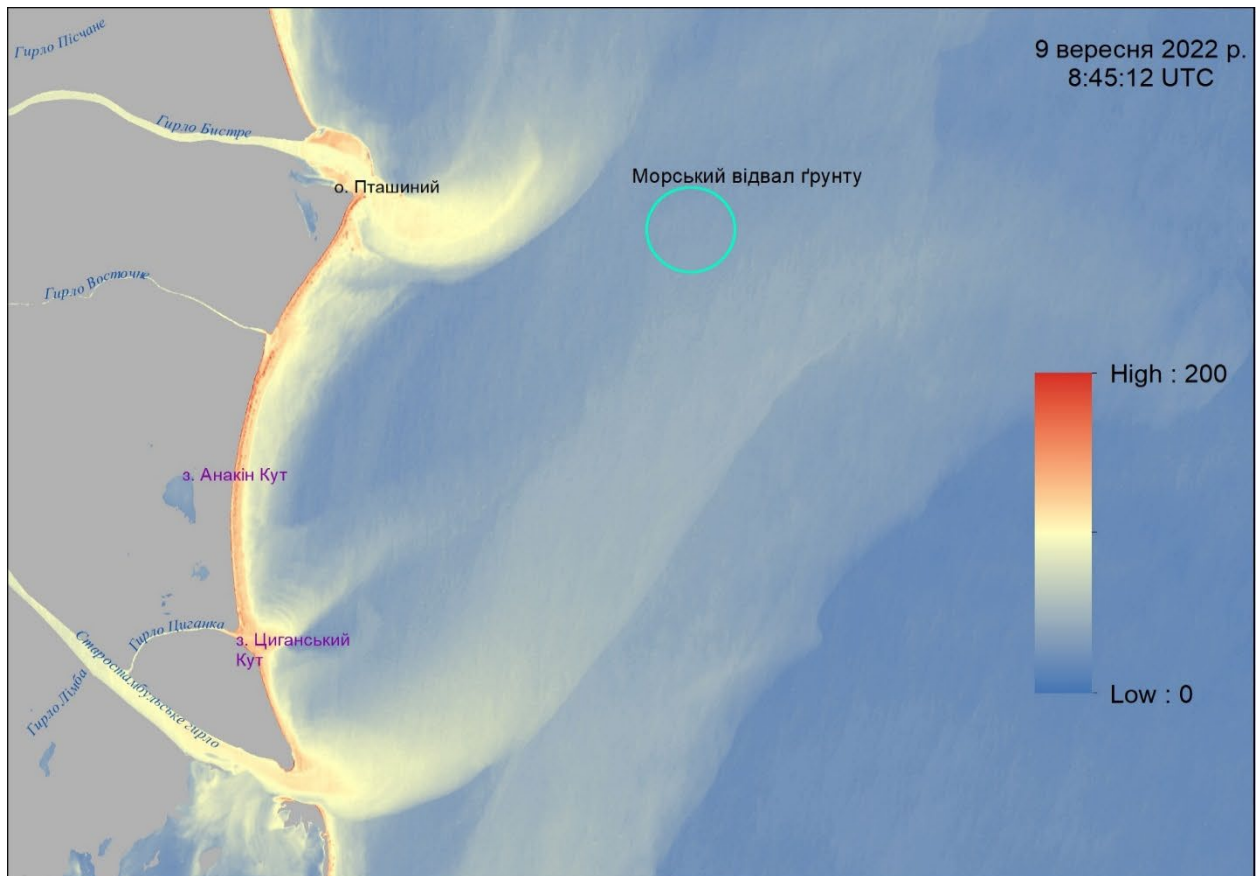




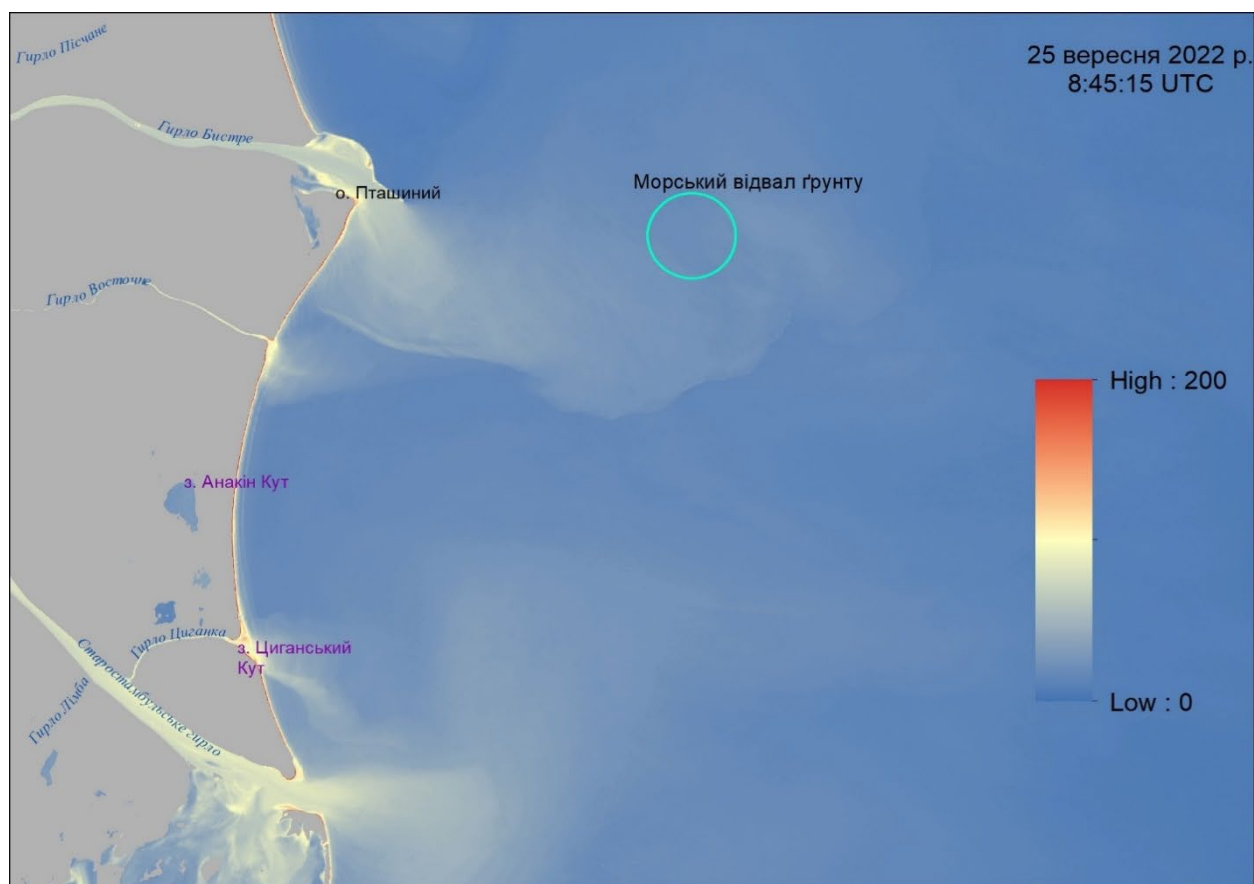
**Рис. 6.6.** Концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старостамбульське (липень 2022 р.)



**Рис. 6.7.** Концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старостамбульське (серпень 2022 р.)

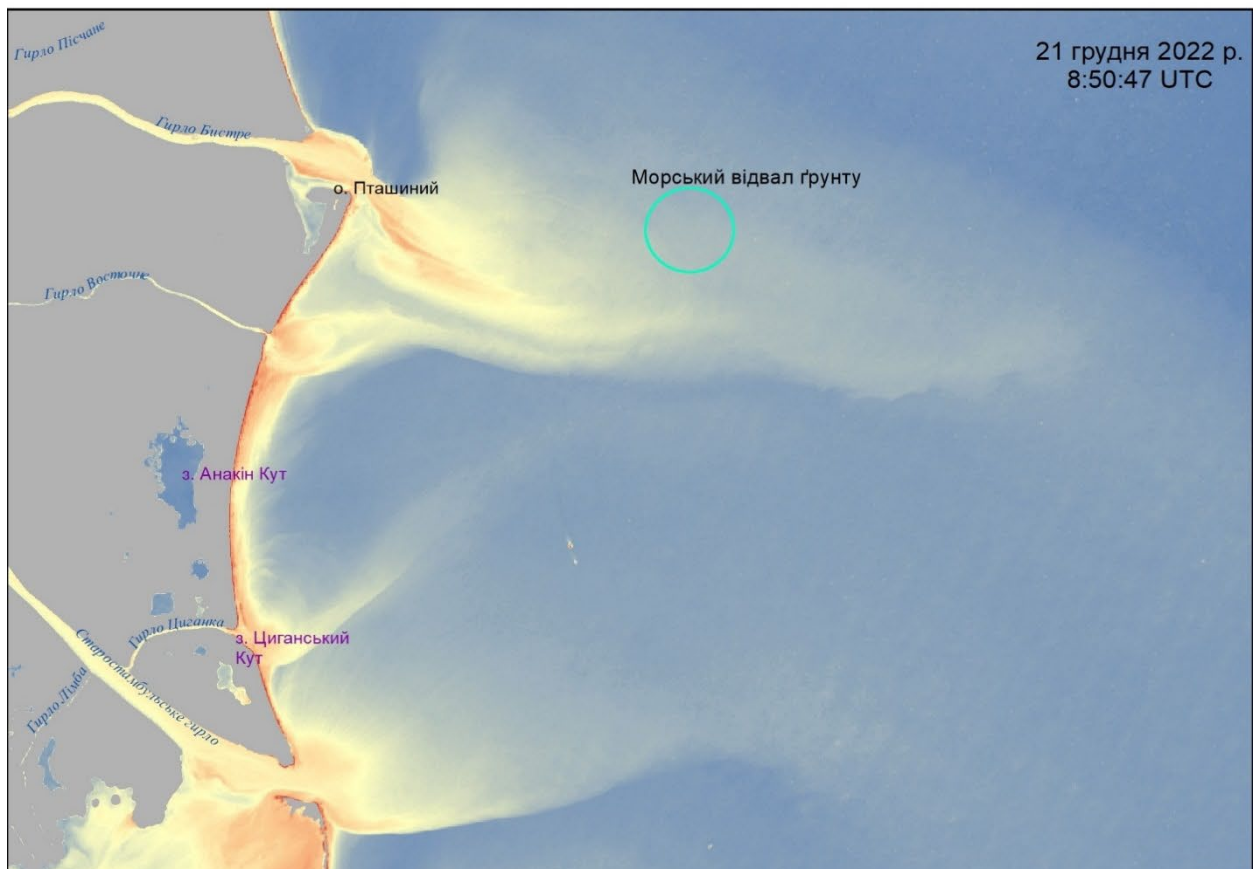
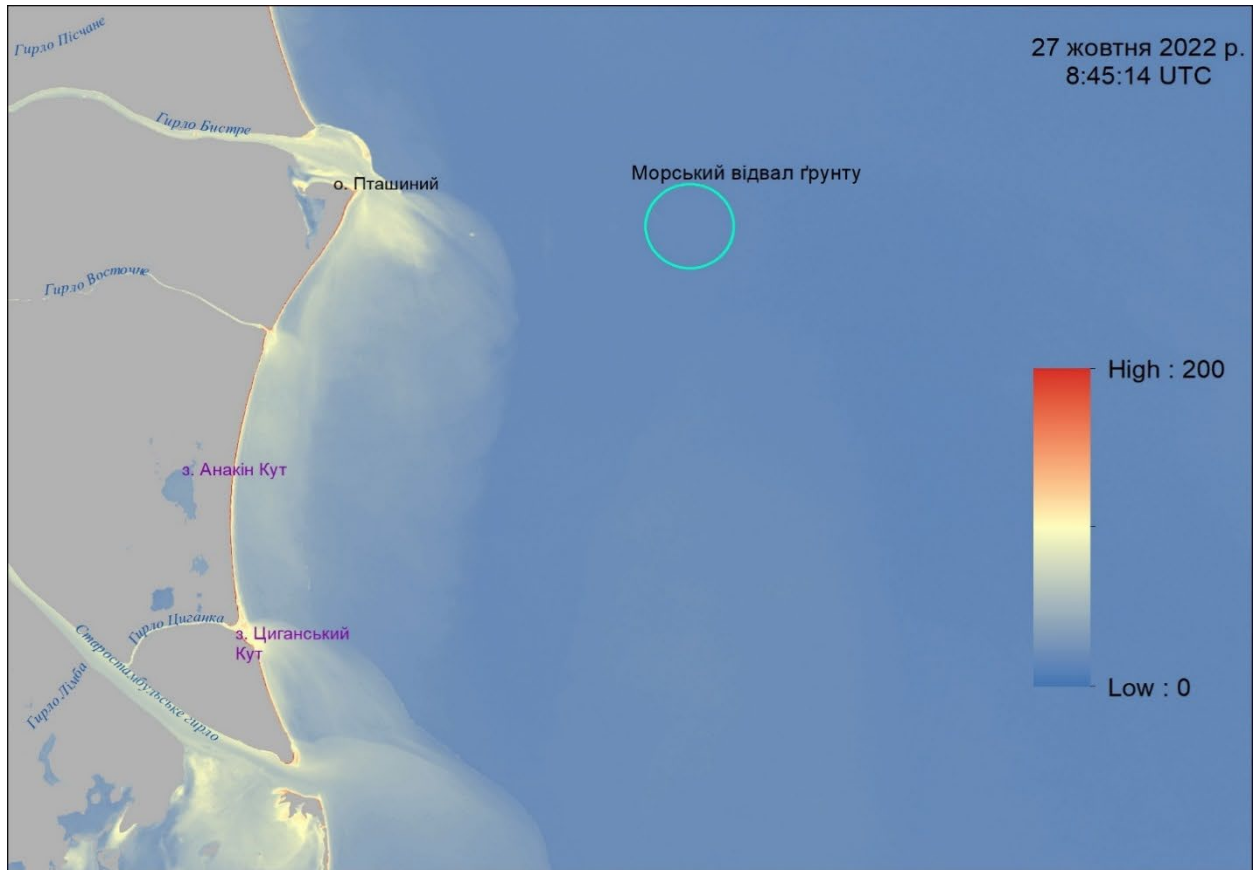


**Рис. 6.8.** Концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старостамбульське (вересень 2022 р.)



**Рис. 6.9.** Концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старостамбульське (вересень-жовтень 2022 р.)





**Рис. 6.10.** Концентрації завислих речовин у прибережній частині акваторії Чорного моря в районі гирл Бистре та Старостамбульське (жовтень-грудень 2022 р.)

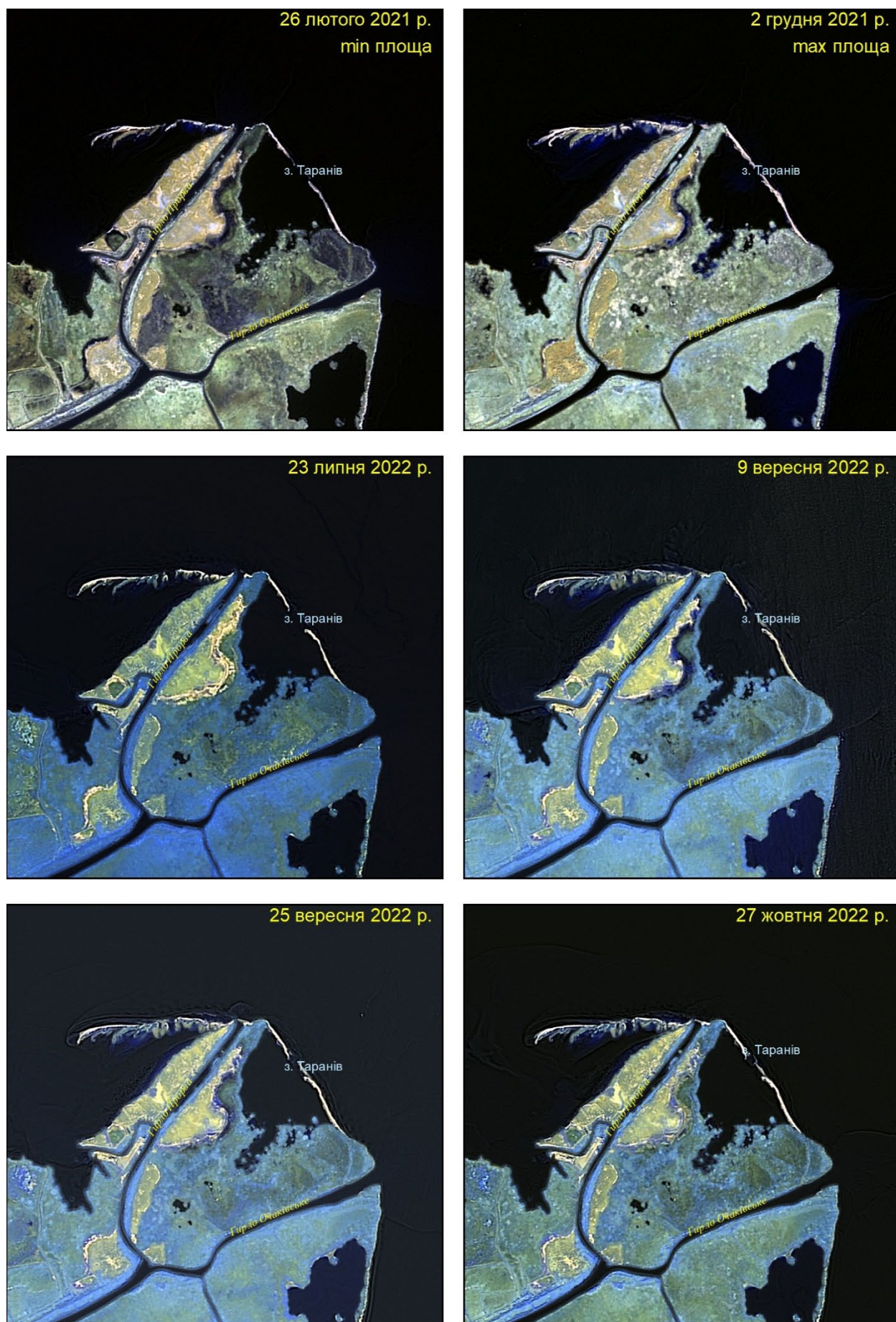


Рис. 6.11. Зміна берегової лінії та кіс в районі затоки Таранів



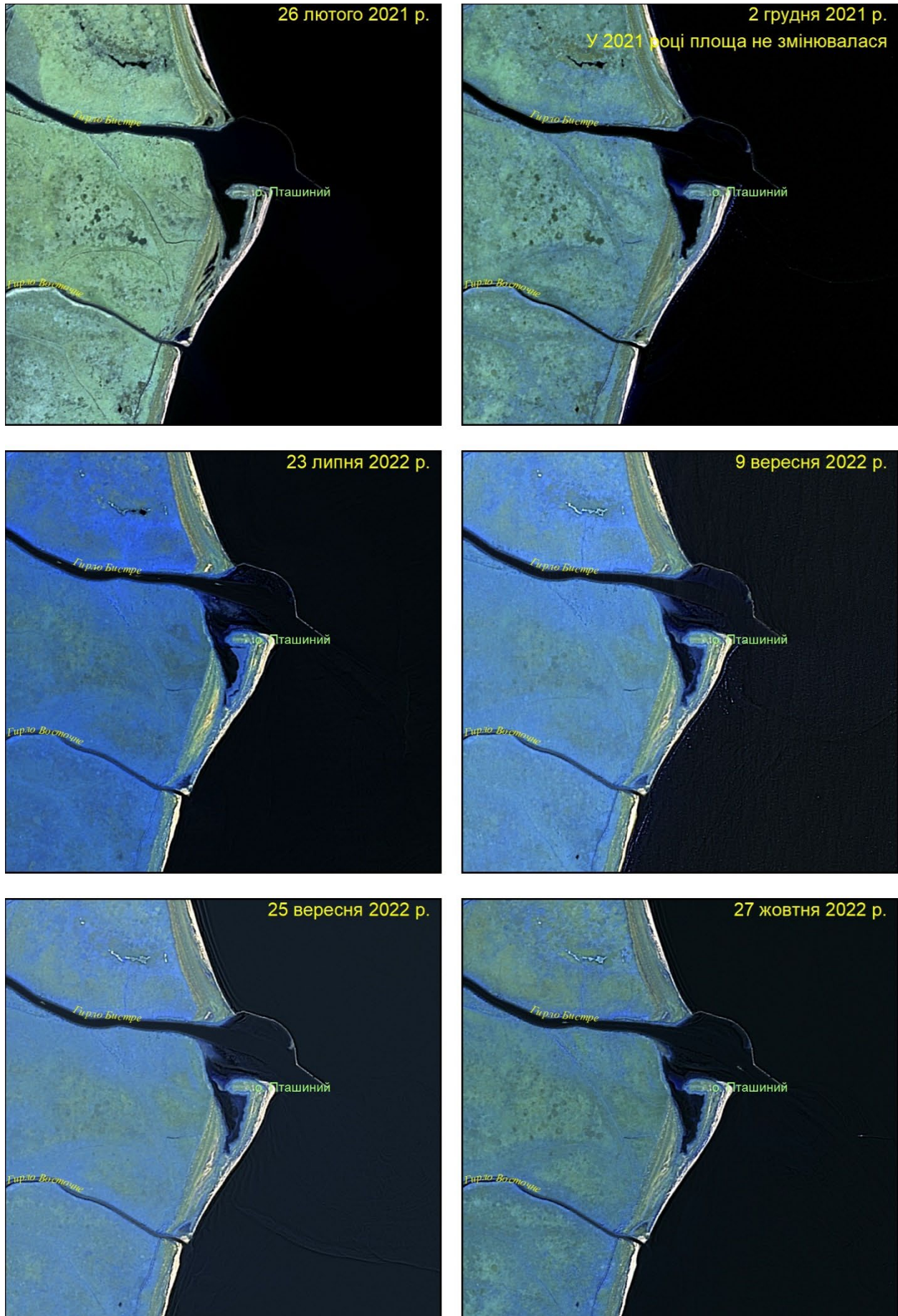


Рис. 6.12. Зміна конфігурації берегів острова Пташиний



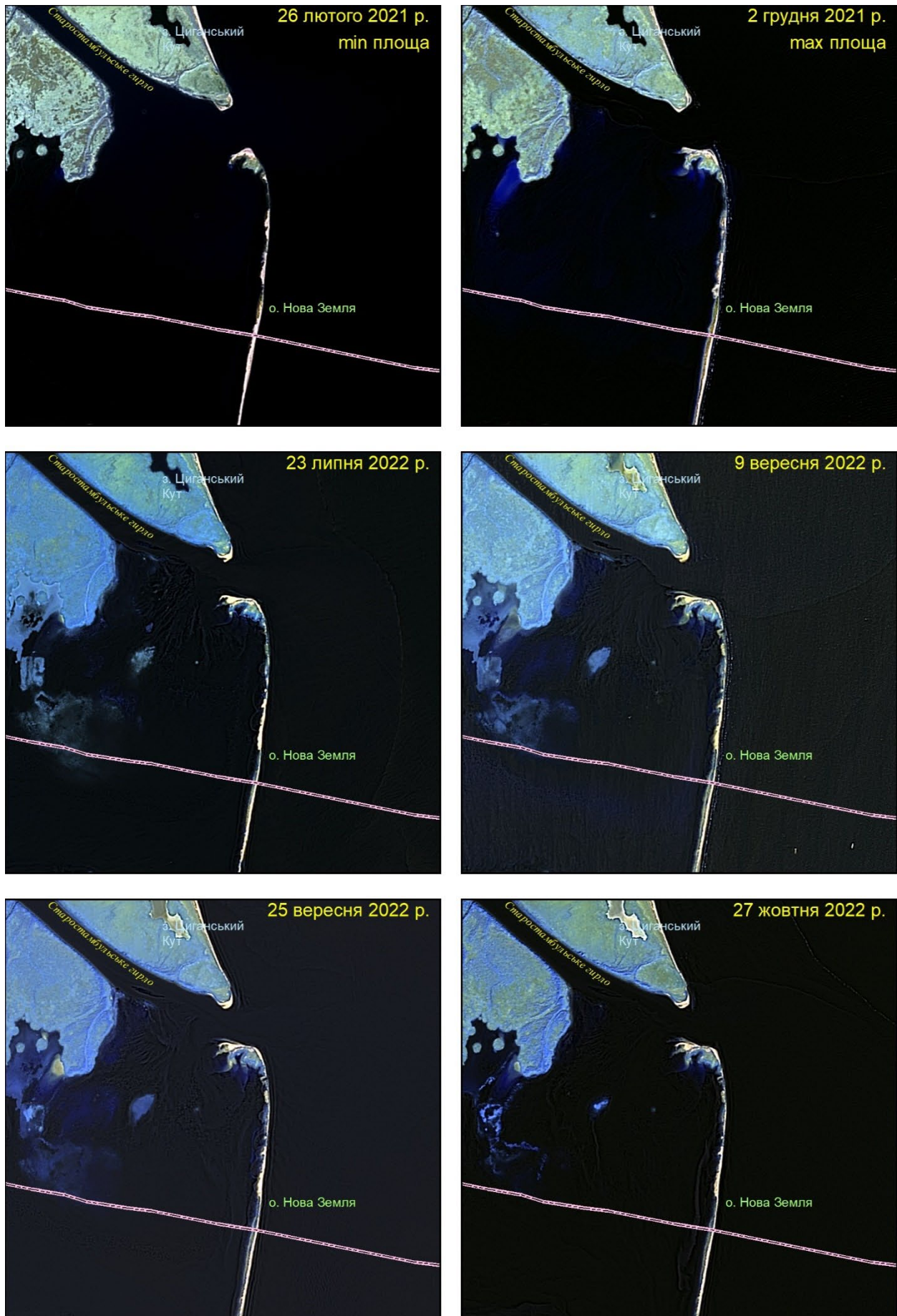


Рис. 6.13. Зміна конфігурації берегів острову Нова Земля



## **7. Моніторинг морського гідровідвалу ґрунту в умовах експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море**

### ***Стисла технічна характеристика морського відвалу ґрунтів днопоглиблення***

Морський відвал ґрунтів днопоглиблення морської барової частини ГСХ представляє коло з координатами центру 45°19'13" ПнШ; 29°51'58" СД з наступними параметрами:

- радіус морського відвалу – 5 кбт. (925 м);
- площа морського відвалу – 2692475 м<sup>2</sup>.

В процесі будівництва і експлуатації морської барової частини ГСХ на морському відвалі складувалися донні відкладення, розроблені під час днопоглиблення на морському підхідному і ГСХ «Дунай-Чорне море».

Згідно з проектною документацією передбачалося розбиття морського відвалу ґрунтів днопоглиблення на сім завантажувальних блоків з координатами центрів :

- I – 45°19'13" ПнШ 29°51'58" СхД; II – 45°19'33" ПнШ 29°51'58" СхД;
- III – 45°19'23" ПнШ 29°52'23" СхД; IV – 45°19'03" ПнШ 29°52'23" СхД;
- V – 45°18'53" ПнШ 29°51'58" СхД; VI – 45°19'03" ПнШ 29°51'33" СхД;
- VII – 45°19'23" ПнШ 29°51'33" СхД.

Параметри завантажувальних блоків однакові і складають:

радіус – 277,5 м; площа – 241800 м<sup>2</sup>.

Глибина проектного завантаження морського відвалу – 19,0 м.

### ***Остаточна залишкова ґрунтомісткість відвалу***

Осереднена залишкова ґрунтомісткість морського гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення морської барової частини ГСХ, згідно проміру глибин від 26 травня 2021 року, визначена на рівні 6613439 м<sup>3</sup>.

Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу станом на початок 1-го кварталу 2022 року, з урахуванням складованих після проміру ґрунтів, складала 6461740,0 м<sup>3</sup>.

Після виконання робіт 1 та 4 кварталів 2022 року залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу станом на початок 2023 року складає 6461740,0 м<sup>3</sup> м<sup>3</sup> – 62645,2 м<sup>3</sup> – 314153,6 м<sup>3</sup> = 6084941,2 м<sup>3</sup>.

У звітному періоді були виконані розрахунки компенсаційних платежів за забруднення водного середовища при проведенні днопоглиблювальних робіт в 1 та 4 кварталах 2022 р.

Експлуатаційні днопоглиблювальні роботи у 2-му та 3-му кварталах 2022 року на морському підхідному каналі ГСХ «Дунай-Чорне море» зі складуванням ґрунтів на морському підводному відвалі в прилеглий частині ПЗЧМ не велися.

Розмір збору за забруднення водного середовища у 4 кварталі 2022 року складає **1147141,58 грн.**

### ***Рекомендовані заходи з подальшої експлуатації гідровідвалу***

Дослідженнями минулих років підтверджено відсутність регіонального впливу відвалу у частині переносу укладених ґрунтів. Для визначення чисельних

характеристик та об'єктивної оцінки впливу відвалу на морфологію прилеглих акваторій рекомендується проведення спостережень за розповсюдженням та переміщенням ґрунтів укладених на відвалі шляхом детальних промірів глибин на акваторіях прилеглих до відвалу та оцінки масштабів перенесення ґрунту з морського відвала за допомогою методу «мічених» (забарвлених) ґрунтів, методу спостережень за зміною фізико-механічних властивостей донних відкладень морського відвала і прилеглих акваторій із визначення кореляційних залежностей між ними, або якогось іншого методу.

Результати комплексних моніторингових досліджень останніх років свідчать що гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні умови української ділянки р. Дунай значно не відрізнялись від багаторічних показників.

Дослідження морфологічних та об'ємних змін рельєфу гідровідвалу ґрунтів днопоглиблення дозволяє дати рекомендації з подальшої раціональної експлуатації відвалу:

1. Продовжити впровадження технології компактного укладання ґрунтів днопоглиблення на окремі завантажувальні блоки для забезпечення розвитку процесів ущільнення ґрунтів та бронювання поверхні гідровідвалу. В першому випадку забезпечується зворотньо-поступова динамічна ємкість гідровідвалу, в другому відбувається запобігання розповсюдження ґрунтів днопоглиблення за межі гідровідвалу гравітаційними процесами та течіями різного генезису, що має позитивний екологічний ефект.

2. Завантаження ґрунтів днопоглиблення на окремі блоки чергувати з періодом 1 рік. Це забезпечить цикл ущільнення ґрунтів днопоглиблення з максимальним проявом ефекту процесу.

3. Передбачити додаткові дослідження динаміки рельєфу дна гідровідвалу та складованих ґрунтів днопоглиблення.

4. Уточнення, контроль і автоматизацію розрахунків проводити з впровадженням ГІС методів та спеціального програмного забезпечення.

## ЗАКЛЮЧЕННЯ

Програма екологічного моніторингу української ділянки р. Дунай в умовах експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море виконана.

Погода в гирловій області Дунаю характеризувалася теплою зимою та прохолодною весною. Середня температура повітря за зимові місяці 2022 р. була на 2,8° більше за норму. Весною середньосезонна температура повітря була на 0,3° нижче за норму. Літо було спекотним та сухим. Середньосезонна температура повітря була на 1,6° вище за багаторічну норму. Восени середньосезонна температура повітря була на 1,1° вище за багаторічну норму. Опадів за звітний період випало мало. Найбільший дефіцит опадів спостерігався у серпні.

Середні місячні рівні води у звітному періоді по посту Рені були нижчими за багаторічні значення на 9-166 см, за винятком січня і грудня на 5 та 16 см відповідно. Льодових явищ у зимовий період не спостерігалось.

В Чорне море за весь період спостережень з січня по грудень 2022 року поступило з Дунаю 138 куб. км води, що відповідає середній витраті води 4370 куб. м/с. Максимальні середньодобові витрати води у вершині дельти Дунаю (7530 куб. м/с) спостерігались у грудні, мінімальні (2410 куб. м/с) — у серпні.

Середня витрата води рукава Бистрого склала 846 куб.м/с. Таким чином, через рукав Бистрий у море було винесено 26,7 куб. км води, або 19,3 % загального припливу у дельту на замикаючому створі Дунаю. Максимальні значення витрати води склали 1410 куб.м/с у грудні, мінімальні (513 куб.м/с) — у серпні.

Стік завислих наносів Дунаю у 2022 року склав 6,38млн. тон, з яких 1,14 млн. тон, або 17,9% від загальної кількості пройшло по рукаву Бистрому.

Програма гідрохімічного моніторингу української ділянки р. Дунай за 2022 рік виконана не повністю. В зв'язку з початком війни в березні були виконані спостереження на 8 станціях із 17 запланованих, в подальшому були відсутні спостереження на рук. Бистрий (1,0 та 9,5 км). У квітні - грудні відбір проб здійснювався на 15 станціях. У всіх відібраних пробах визначались 27 інгредієнтів.

Лабораторний аналіз проб води проводився у лабораторії, що пройшла аудит на відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005. Отримані результати надійні і можуть бути використані для ведення бази даних гідрохімічних та гідрофізичних показників.

Гідрохімічний режим р. Дунай залежить, в основному, від змін гідрологічних факторів: водності, температури води та кількості завислих речовин. Значні швидкості течії та турбулентність потоку сприяють однорідності гідрохімічних показників та їх відносно обмеженої амплітуди.

Середня величина рН в звітному періоді не відрізнялась від середньої багаторічної та була близькою до 8,00. Концентрація розчиненого кисню та вуглекислого газу були більшими в холодний період року. Із зростанням температури відмічалось їх зменшення. В дунайській воді органічні речовини, що важко окислюються переважали майже в 7 разів кількість речовин, що легко окислюються. Із біогенних елементів спостереження проводились за концентраціями азоту, фосфору та кремнію. Концентрація азотних сполук в дунайській воді були меншими в порівнянні з багаторічними значеннями.

Найменше відрізнялись від багаторічних концентрації азоту амонійного, більші відхилення були характерними для концентрацій азоту нітритного та нітратного. В 22 % відібраних проб було зафіксоване досягнення та перевищення ГДК для азоту нітритного. На рівні минулих років знаходилась концентрація мінерального фосфору, а концентрація загального фосфору та кремнію в звітний період була меншою від багаторічних значень.

Дунайська вода вміщує значну кількість розчинених солей. Середні значення головних іонів в звітному періоді перевищували значення багаторічних концентрацій.

Із речовин - забруднювачів, що були знайдені в дунайській воді у звітному періоді, нафтопродукти та СПАР не досягали рівнів ГДК, хоча відмічалось збільшення вдвічі величини концентрації СПАР в порівнянні з середніми багаторічними величинами. Середня концентрація фенолів знаходилась на рівні 2 ГДК та вдвічі перевищувала цю характеристику для ряду багаторічних спостережень. В 94% відібраних проб відмічалось перевищення рівня ГДК. Середня концентрація хрому шестивалентного була практично на рівні багаторічної величини. У 95 % відібраних проб концентрація рому шестивалентного перевищувала значення ГДК.

Були проведені експедиційні дослідження в Кілійській дельті Дунаю, обстежені ділянки ГСХ Дунай–Чорне море на рукавах Соломонів, Кілійський та Старостамбульський, а також ділянку рукава Очаківський, яка є дотичною до траси ГСХ. Відбір проб бактеріопланктону, альгофлори та бентосних безхребетних здійснений за стандартними гідробіологічними методиками з урахуванням рекомендацій Водної Рамкової Директиви ЄС. Основні біотичні та абіотичні умови (стан заростей макрофітів, температура,) відповідали зимовому періоду. В місцях локалізації суден «зернового коридору» (рукав Кілійський вище морвокзалу) зареєстровано найнижчі серед усіх станцій моніторингу значення рН води та найвищі показники еН та солоності.

Попередні дані мікробіологічних досліджень встановили приналежність вод досліджених ділянок до IV–V класу (брудні – дуже брудні води) якості вод, а також виявили у воді присутність патогенних мікроорганізмів (*Klebsiella* spp., *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* і *St. epidermidis*)

У грудні 2022 р. флористичний спектр фітопланктону 8 досліджених створів української частини р. Дунай був представлений переважно діатомовим комплексом, характерним для реофільного річкового фітопланктону холодного сезону, і відносно невисоким видовим різноманіттям – 50 видів, серед яких діатомові склали 28 таксонів, зелені 8, інші відділи – від 1 до 3. Кількість видів планктонних водоростей у досліджених створах коливалася від 14 до 19. Між створами відмічалось помітне коливання кількісного розвитку фітопланктону за чисельністю (15,65 – 28,72 млн. кл/дм<sup>3</sup>) і менш виразне за біомасою (0,64 – 1,07 мг/дм<sup>3</sup>). Чисельність фітопланктону визначалася головним чином синьозеленими водоростями, біомаса – синьозеленими та діатомовими, помітних значень в окремих створах досягали зелені й золотисті.

Індекс сапробності, розрахований за методом Пантле і Букка, перебував на рівні 1,62 – 1,65, тому якість води в усіх досліджених створах згідно з Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод відповідає II класу якості вод, 3 категорії (значення індексу сапробності 1,6 – 2,0): «добрі» за станом якості вод, «досить чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, β'-мезосапробній зоні. У той же час, за біомасою фітопланктону до цієї категорії якості води відносився лише один створ – рук. Старостамбульський 11 км (біомаса 1,07 мг/дм<sup>3</sup>), а усі інші – до сусідньої, більш чистої, 2 категорії II класу: «дуже добрі» за станом якості вод, «чисті» за ступенем чистоти/забрудненості, α-олігосапробній зоні (біомаса 0,5 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), що пояснюється невисоким розвитком біомаси фітопланктону у прохолодні сезони.

В цілому кількісний та якісний склад фітопланктону розглянутих створів у грудні 2022 р. відповідав прохолодному зимовому сезону й типу досліджених водойм.

За рівнями хронічної токсичності дві проби води (р. Бистрий 9 км, р. Старостамбульський 4 км) віднесено до 2 класу якості, такі води є слабо забрудненими. За результатами біотестування 6 проб води за ступенем забрудненості віднесено до I класу якості – вода чиста (р. Дунай вище м. Вилкове 1 км; р. Старостамбульський 11 км; р. Бистрий 1 км, 0 км; р. Очаківський 17 км, 6 км).

Результати проведеного моніторингу підтверджують відсутність впливу експлуатації ГСХ «Дунай-Чорне море» на гідрологічний та гідрохімічний режим дельти Дунаю, у т.ч. в транскордонному аспекті.

У звітному періоді продовжувалися роботи з іхтіологічного моніторингу. Днопоглиблення і складування ґрунтів яке забезпечує паспортні характеристики морського підхідного каналу ГСХ, в першу чергу, має вплив на кормову базу риб, і в меншій мірі на умови відтворення та ранню молодь іхтіофауни. Проте дослідження, що проводяться в рамках екологічного моніторингу ділянок днопоглиблювальних робіт на ГСХ, свідчать про те, що ця дія в основному обмежена локальними ділянками в період виробництва робіт. Днопоглиблювальні роботи викликають короткострокове підвищення концентрацій зважених речовин у воді.

Прямий вплив розробок ґрунту і дампіну на іхтіофауну відносно невеликий, якщо дані роботи не проводяться в місцях нересту риб в нерестовий період. Для мінімізації негативного впливу робіт на іхтіофауну доцільно під час спеціалізованої державної заборони на лов риби знижувати об'єми днопоглиблювальних робіт до мінімуму необхідного для забезпечення безпеки судноплавства.

Для розрахунку збитків при відновленні ГСХ «Дунай-Чорне море» у IV-му кварталі 2022 р. прогнозується, що біомаса кормового фітопланктону на фонових ділянках моря може бути  $128 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , в зоні днопоглиблення –  $178 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , а в зоні дампіну ґрунту –  $164 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , кормового зоопланктону –  $39 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ ,  $28 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  і  $35 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , загального кормового зообентосу –  $24797 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$ ,  $6943 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$  і  $21821 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$  відповідно.

Для розрахунку збитків, нанесених компонентам навколишнього природного середовища при проведенні днопоглиблювальних робіт у IV-му кварталі 2022 р., використані матеріали багаторічних моніторингових досліджень, які базуються на аналізі даних багатолітнього екологічного моніторингу в аванделті Дунаю за період 2004–2021 рр.

Експлуатаційні днопоглиблювальні роботи у звітний період 4 кварталі 2022 р. на морському підхідному каналі ГСХ «Дунай-Чорне море» зі складуванням ґрунтів на морському підводному відвалі в прилеглий частині ПЗЧМ велися морським трюмним самовідвізним землесосом «HEGEMANN IV» загальним обсягом  $314\,153,60 \text{ м}^3$  (Додаток 5). У четвертому кварталі величина платежів склала **1265138,66** грн, у т.ч. **1147141,58** і **117997,08** за вплив на водне середовище та рибні ресурси відповідно.

Залишкова ґрунтомісткість гідровідвалу станом на 01.01.2023 року складає  $6084941,2 \text{ м}^3$ .

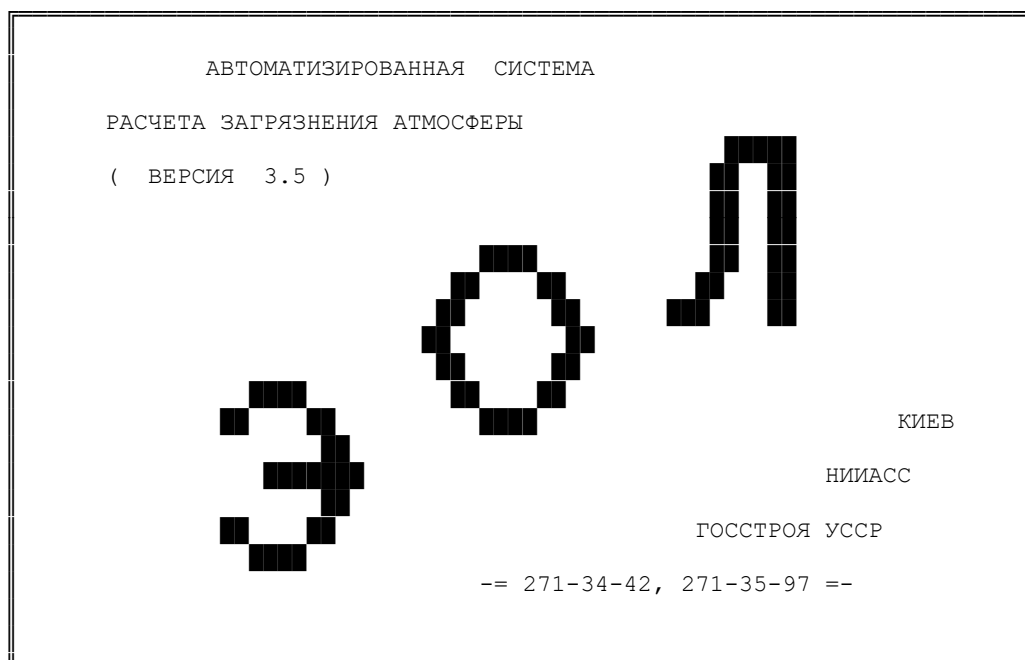
У звітному періоді у відповідності до Програми велись роботи з моніторингу рослинних і тваринних угруповань на території ДБЗ, гідробіологічного моніторингу, моніторингу стану іхтіофауни. Деякі матеріали, що зібрані у звітний період при проведенні польових експедиційних досліджень знаходяться у стадії обробки. При проведенні моніторингу у звітному періоді не відмічено істотного прямого впливу експлуатації ГСХ Дунай - Чорне море на стан рослинних і тваринних угруповань на території ДБЗ.

Продовжено поповнення баз даних космічних знімків для подальшого аналізу динаміки берегової смуги та розподілу зважених речовин у рукавах Дунаю та акваторії Чорного моря.

За результатами моніторингових робіт не виявлено суттєвих впливів експлуатації ГСХ «Дунай – Чорне море» та робіт з підтримки паспортних характеристик морського підхідного каналу на українську частину дельти Дунаю, а також транскордонного впливу морського відвалу ґрунтів, розробки та складування ґрунту.

## ДОДАТОК Н

## РОЗРАХУНОК РОЗСІЮВАННЯ ВИКИДІВ З БЕРЕГОВИХ ГІДРОВІДВАЛІВ



РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ СИСТЕМЫ  
 ' ЭОЛ ' РЕАЛИЗУЮТ  
 МЕТОДИКУ О Н Д - 8 6

СОГЛАСОВАНА ГГО им.Воейкова  
 до 31.12.96  
 исх. 117/23 от 15.02.96 г.

Программа рекомендована к использованию Министерством охраны  
 окружающей среды Украины до 31.12.96

ОБЩИЙ ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТА

г. КИЕВ

Задание на расчет								
Наименов. города	Кілія							
Коды промплощадок	1							
Коды веществ	303							
Коды групп суммации	-							
Ск.ветра (м/с)	0.5	15						
Ск.ветра (доли Умс)	0.5	1	1.5					
Шаг пер.напр.ветра	10							
Фиксир.напр. ветра	-							
К-во наиб. вкладч.	1							
К-во макс. конц.	10							
Учитывается ли фон	Нет							
Параметры расчетных площадок								
N	Коорд.центра сим.			Длина	Ширина	Шаг сетки		Угол пов расч
п/п	-----					-----		пл отн.оси ОХ
	X	Y				ось ОХ	ось ОУ	осн.сист.коорд
1	-30	500	1	1	1	1		0
2	700	580	1	1	1	1		0
3	700	450	1	1	1	1		0
4	600	340	1	1	1	1		0
5	350	300	1	1	1	1		0
6	380	40	1	1	1	1		0
7	700	-150	1	1	1	1		0
10	280	150	5000	5000	100	100		0

## Описание метеорологических условий и географическая привязка региона

Наименование города	Ср. макс. температура самого жарко- го месяца	Ср. температура воздуха в самый холодный месяц	Предельная скорость ветра	Региональный коэф-т страти- фикации атмо- сферы	Угол поворота оси ОХ осн.системы коорд-т с направ- лением на север	Площадь города кв.км.
Килия	35.40	-12.40	15.00	200.0	90.00	0.00

## Описание розы ветров региона

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
16.00	16.00	7.00	10.00	12.00	9.00	7.00	13.00

## Характеристика влияния объекта на загрязнение атмосферы

Промплощадка		Вещество или группа суммации			Параметр	Мощность выброса
Номер	Наименование	Код	Наименование ( Коды веществ, входящих в группу )		П	г/с
1	гідровідвал №6	303	Аммиак		7.57e+04	0.1230



Характеристики загрязняющего  
вещества

Наимен.	Аммиак
Код	303
Кoeff-т F	1.0000
ПДК	0.200000

Перечень источников, в выбросах которых присутствует Аммиак

\ Код источника			
\ _____		10001	
Технологич.\ параметры \			
Выброс (г/с)		0.12303	
Класс опасности		4	
СМ (доли ПДК)		-	
СМ (мг/м.куб)		-	
СМ/М (1/м.куб)		4.21	
ХМ (м)		28.50	
УМ (м/с)		0.50	
Коорд.точеч.,  X  начала лин-го		280.00	
центр симм  Y  пл-го (м)		450.00	
Коорд.конца  X  лин-го, дл.и		500.00	
ширина пл. (м)  Y		500.00	
Кoeff-т рельефа		1.0000	
Расход (м.куб/с)		0.0000	
Ск.вых.ПГВС:м/с		0.0000	
Диаметр (м)		0.0000	
Высота (м)		2.0000	
Температура (°C)		35.4000	
Всего источников		1	
В том числе класса 4		1	
Средневзвешенная опасная скорость ветра		0.5000	
Сумма макс. призем. конц. (мг/м.куб) для плоскостных ист-ков (1/м.куб)		4.2106	

Наибольшие концентрации вещества Аммиак в расчетных точках на границе отвала - NN11-16 и на границе острова - N17, и номера источников, дающих наибольший вклад

N	Концентр	Координаты		Направ	Скорость	Величина вклада и номер источника	
точ	в точке	расчетной		ление	ветра	дающего наибольший вклад	
ки	доли ПДК	X	Y	ветра		Q 0	N 0
11	0.141	-30.0	500.0	170.00	0.2500	0.141	10001
12	0.098	700.0	580.0	17.28	0.2500	0.098	10001
13	0.101	700.0	450.0	0.07	0.2500	0.101	10001
14	0.137	600.0	340.0	350.00	0.2500	0.137	10001
15	0.134	350.0	300.0	290.00	0.2500	0.134	10001
16	0.103	380.0	40.0	283.66	0.2500	0.103	10001
17	0.050	500.0	-150.0	304.98	0.7500	0.050	10001

Точки наибольших концентраций вещества Аммиак на расчетной площадке N 10 и номера источников, дающих наибольший вклад

Концентр	Координаты		Направ	Скорость	Величина вклада и номер источника	
в точке	расчетной		ление	ветра	дающего наибольший вклад	
доли ПДК	X	Y	ветра		Q 0	N 0
0.152	80.0	650.0	130.00	0.2500	0.152	10001
0.152	80.0	250.0	230.00	0.2500	0.152	10001
0.152	480.0	650.0	50.00	0.2500	0.152	10001
0.152	480.0	250.0	310.00	0.2500	0.152	10001
0.144	-20.0	450.0	180.00	0.2500	0.144	10001
0.144	280.0	750.0	90.00	0.2500	0.144	10001
0.144	280.0	150.0	270.00	0.2500	0.144	10001
0.144	580.0	450.0	0.00	0.2500	0.144	10001
0.144	-20.0	550.0	170.00	0.2500	0.144	10001
0.144	-20.0	350.0	190.00	0.2500	0.144	10001

Задание на расчет									
Наименов. города	Килия								
Коды промплощадок	1								
Коды веществ	303								
Коды групп суммации	-								
Ск.ветра (м/с)	0.5	15							
Ск.ветра (доли Ums)	0.5	1	1.5						
Шаг пер.напр.ветра	10								
Фиксир.напр. ветра	-								
К-во наиб. вкладч.	1								
К-во макс. конц.	10								
Учитывается ли фон	Нет								
Параметры расчетных площадок									
N	Коорд.центра сим.			Длина	Ширина	Шаг сетки		Угол пов расч	
п/п	X	Y				ось OX	ось OY	пл отн.оси OX	осн.сист.коорд
21	-380	285	1	1	1	1	0		
22	-50	430	1	1	1	1	0		
23	155	78	1	1	1	1	0		
24	-250	-200	1	1	1	1	0		

Описание метеорологических условий и географическая привязка региона

Наименование города	Ср. макс. температура самого жарко- го месяца	Ср. температура воздуха в самый холодный месяц	Предельная скорость ветра	Региональный коэф-т страти- фикации атмо- сферы	Угол поворота оси ОХ осн.системы коорд-т с направ- лением на север	Площадь города кв.км.
Киля	35.40	-12.40	15.00	200.0	90.00	0.00

Описание розы ветров региона

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
16.00	16.00	7.00	10.00	12.00	9.00	7.00	13.00

Характеристика влияния объекта на загрязнение атмосферы

Промплощадка		Вещество или группа суммации			Параметр	Мощность выброса
Номер	Наименование	Код	Наименование ( Коды веществ, входящих в группу )		П	г/с
1	гидроотвал №9					
		303	Аммиак		1.16e+04	0.0482

Характеристики загрязняющего  
вещества

Наимен.	Аммиак
Код	303
Коэфф-т F	1.0000
ПДК	0.200000

Перечень источников, в выбросах которых присутствует Аммиак

Код источника	10001
Технологич. параметры	
Выброс (г/с)	0.04818
Класс опасности	4
СМ (доли ПДК)	-
СМ (мг/м.куб)	-
СМ/М (1/м.куб)	4.21
ХМ (м)	28.50
УМ (м/с)	0.50
Коорд.точеч.,  X	-90.00
начала лин-го	
центр симм  Y	200.00
пл-го (м)	
Коорд.конца  X	470.00
лин-го, дл.и	
ширина пл. (м)  Y	200.00
Коэфф-т рельефа	1.0000
Расход (м.куб/с)	0.0000
Ск.вых.ПГВС:м/с	0.0000
Диаметр (м)	0.0000
Высота (м)	2.0000
Температура (°C)	35.4000
Всего источников	1
В том числе класса 4	1
Средневзвешенная опасная скорость ветра	0.5000
Сумма макс. призем. конц. (мг/м.куб) для плоскостных ист-ков (1/м.куб)	4.2106

Наибольшие концентрации вещества Аммиак в расчетных точках на границе отвала - NN21-26 и на границе острова - N27, и номера источников, дающих наибольший вклад

N	Концентр	Координаты		Направ	Скорость	Величина вклада и номер источника	
точ	в точке	расчетной		ление	ветра	дающего наибольший вклад	
ки	доли ПДК	X	Y	ветра		Q 0	N 0
21	0.072	-380.0	285.0	153.73	0.2500	0.072	10001
22	0.085	-50.0	430.0	90.00	0.2500	0.085	10001
23	0.071	155.5	78.0	323.58	0.2500	0.071	10001
24	0.046	-250.0	-200.0	258.11	0.7500	0.046	10001

Точки наибольших концентраций вещества Аммиак на расчетной площадке N 20 и номера источников, дающих наибольший вклад

Концентр	Координаты		Направ	Скорость	Величина вклада и номер источника	
в точке	расчетной		ление	ветра	дающего наибольший вклад	
доли ПДК	X	Y	ветра		Q 0	N 0
0.112	-290.0	100.0	210.00	0.5000	0.112	10001
0.112	110.0	300.0	30.00	0.5000	0.112	10001
0.110	-290.0	0.0	225.00	0.5000	0.110	10001
0.110	110.0	400.0	45.00	0.5000	0.110	10001
0.108	-290.0	200.0	180.00	0.5000	0.108	10001
0.108	110.0	200.0	0.00	0.5000	0.108	10001
0.105	-190.0	100.0	220.00	0.2500	0.105	10001
0.105	10.0	300.0	40.00	0.2500	0.105	10001
0.103	-190.0	0.0	260.00	0.2500	0.103	10001
0.103	10.0	400.0	80.00	0.2500	0.103	10001

Задание на расчет							
Наименов. города	Килия						
Коды промплощадок	1						
Коды веществ	303						
Коды групп	-						
суммации							
Ск.ветра (м/с)	0.5	15					
Ск.ветра (доли Умс)	0.5	1	1.5				
Шаг пер.напр.ветра	10						
Фиксир.напр. ветра	-						
К-во наиб. вкладч.	1						
К-во макс. конц.	10						
Учитывается ли фон	Нет						
Параметры расчетных площадок							
N	Коорд.центра сим.				Шаг сетки		Угол пов расч
п/п	-----		Длина	Ширина	-----		пл отн.оси ОХ
	X	Y			ось ОХ	ось ОУ	осн.сист.коорд
31	-217	105	1	1	1	1	0
32	-93	310	1	1	1	1	0
33	202	380	1	1	1	1	0
34	340	86	1	1	1	1	0
35	-300	500	1	1	1	1	0
30	100	200	2000	2000	100	100	0

## Описание метеорологических условий и географическая привязка региона

Наименование города	Ср. макс. температура самого жарко- го месяца	Ср. температура воздуха в самый холодный месяц	Предельная скорость ветра	Региональный коэф-т страти- фикации атмо- сферы	Угол поворота оси ОХ осн.системы коорд-т с направ- лением на север	Площадь города кв.км.
Килия	35.40	-12.40	15.00	200.0	90.00	0.00

## Описание розы ветров региона

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
16.00	16.00	7.00	10.00	12.00	9.00	7.00	13.00

## Характеристика влияния объекта на загрязнение атмосферы

Промплощадка	Вещество или группа суммации			Параметр	Мощность выброса
Номер	Наименование	Код	Наименование ( Коды веществ, входящих в группу )	П	г/с
1	гідровідвал №126	303	Аммиак	8.55e+03	0.0413



Характеристики загрязняющего  
вещества

Наимен.	Аммиак
Код	303
Кэфф-т F	1.0000
ПДК	0.200000

Перечень источников, в выбросах которых присутствует Аммиак

\ Код источника		
\		10001
Технологич.\ параметры	\	
Выброс (г/с)		0.04135
Класс опасности		4
СМ (доли ПДК)		-
СМ (мг/м.куб)		-
СМ/М (1/м.куб)		4.21
ХМ (м)		28.50
УМ (м/с)		0.50
Коорд.точеч.,  X  начала лин-го		100.00
центр симм  Y  пл-го (м)		200.00
Коорд.конца  X  лин-го, дл.и		550.00
ширина пл. (м)  Y		400.00
Кэфф-т рельефа		1.0000
Расход (м.куб/с)		0.0000
Ск.вых.ПГВС:м/с		0.0000
Диаметр (м)		0.0000
Высота (м)		2.0000
Температура (°С)		35.4000
Всего источников		1
В том числе класса 4		1
Средневзвешенная опасная скорость ветра		0.5000
Сумма макс. призем. конц. (мг/м.куб) для плоскостных ист-ков (1/м.куб)		4.2106

-----

Наибольшие концентрации вещества Аммиак в расчетных точках на границе отвала - NN31-34 и жилой зоны - N35, и номера источников, дающих наибольший вклад

N	Концентр в точке доли ПДК	Координаты расчетной точки		Направ ление ветра	Скорость ветра	Величина вклада и номер источника дающего наибольший вклад	
		X	Y			Q 0	N 0
31	0.055	-216.0	105.0	200.00	0.2500	0.055	10001
32	0.053	-93.0	310.0	150.00	0.2500	0.053	10001
33	0.052	202.0	380.0	50.00	0.2500	0.052	10001
34	0.055	340.0	85.0	330.00	0.2500	0.055	10001
35	0.021	-300.0	500.0	141.33	0.7500	0.021	10001

Точки наибольших концентраций вещества Аммиак на расчетной площадке N 30 и номера источников, дающих наибольший вклад

Концентр в точке доли ПДК	Координаты расчетной точки		Направ ление ветра	Скорость ветра	Величина вклада и номер источника дающего наибольший вклад	
	X	Y			Q 0	N 0
0.056	-200.0	300.0	160.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-200.0	100.0	200.00	0.2500	0.056	10001
0.056	400.0	300.0	20.00	0.2500	0.056	10001
0.056	400.0	100.0	340.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-200.0	200.0	180.00	0.2500	0.056	10001
0.056	400.0	200.0	0.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-100.0	400.0	130.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-100.0	0.0	230.00	0.2500	0.056	10001
0.056	300.0	400.0	50.00	0.2500	0.056	10001
0.056	300.0	0.0	310.00	0.2500	0.056	10001

## ДОДАТОК П

### РОЗРАХУНКИ РОЗМІРІВ КОМПЕНСАЦІЇ ЗБИТКІВ РИБНИХ ЗАПАСАМ ТА ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩУ

#### Характер очікуваної дії на водні біоресурси

Вплив днопоглиблення і дампінгу ґрунтів на морське середовище виявляється як безпосередньо шляхом знищення біоценозів на заглиблюваній акваторії і в зоні скидання ґрунтів, так і побічно шляхом взкаламучення донних відкладень в зоні робіт і на прилеглих акваторіях, унаслідок чого відбувається замулювання донних організмів, короткочасно знижується біомаса планктоценоза з-за зниження освітленості, підвищується вміст забруднюючих речовин у водному середовищі унаслідок десорбції їх з поверхневого шару донних відкладень.

Наслідком негативної дії дампінгу ґрунтів на екосистему північно-західної частини Чорного моря з'явиться зміна теплопровідності, оптичних властивостей води, погіршення умов дихання гідробіонтів, механічне пошкодження, а нерідко - загибель ряду видів.

Ступінь негативного впливу дампінгу ґрунтів днопоглиблення на живі водні ресурси визначається, перш за все, площею поразки донних біоценозів, визначуваної в ході моніторингу стану екосистеми після закінчення річного об'єму робіт, і об'ємом ґрунту, що скидається. Вельми важливим чинником є якість виконання робіт. Відвал ґрунтів днопоглиблення повинен проводитися концентрований, що істотно зменшить площу поразки донного співтовариства.

Збиток, що наноситься живим водним ресурсам в процесі робіт, буде обумовлений загибеллю кормових організмів для риб внаслідок:

- повного знищення донних біоценозів на площі днопоглиблення і складування ґрунту;
- часткового замулювання донних співтовариств на суміжних акваторіях;
- загибелі зоопланктону в зоні підвищеної техногенної каламутності, що утворюється в процесі розробки ґрунтів і дампінгу.

Аналіз режиму днопоглиблення об'єктів ГСХ “Дунай-Чорне море” за останні роки показав, що, не дивлячись на зниження об'єму днопоглиблювальних робіт, площі поразки донних співтовариств залишаються досить високими.

Дослідження, що проводились раніше, показали, що днопоглиблення не позначається негативно на донних біоценозах суміжних районів і на їх планктонні комплекси. Негативна дія виявляється у вилученні разом з ґрунтом і при складуванні ґрунту засипці донних організмів, проте видовий склад і частково біомаса зообентоса на них по закінченню деякого часу

відновлюється.

Зареєстрована швидкість відновлення співтовариств бентоса після днопоглиблювальних робіт за даними зарубіжних дослідників [Nedwell, S. and Elliot, M. (1998). Intertidal mudflats and sandbanks and subtidal mobile sandbanks. Institute of estuarine and Coastal Studies, University of Hull. Newell, R.C; Seiderer, L. J. and Hitshosk, D.R. (1998). The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. Oceanography and marine Biology: an Annual Review 1998, 36,127-178.] складає:

- русловий мулистий ґрунт – 6 місяців;
- лагунний мулистий ґрунт – до 11 місяців;
- мулистий ґрунт-пісок – 18 місяців;
- пісок-гравій – 2-3 року.

На ділянці з високою рухливістю донних відкладень дія від проведених днопоглиблювальних робіт спостерігалася протягом відносно короткого терміну. (Наприклад, повне відновлення співтовариств бентоса в каналі в дельті Вадденського моря у берегів Голландії відбулося протягом 1 року після вилучення донних відкладень на цій ділянці з рухомими пісками). В нашому випадку приймаємо 2 роки.

#### **Методика розрахунку збитку та компенсаційного платежу**

Виходячи з того, що роботи проводяться в плановому порядку після отримання відповідних погоджень, у даному випадку для оцінки рибогосподарського збитку використана «Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах» ( М., 1989 г.) і «Методика расчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству вследствие нарушения законодательства по охране окружающей природной среды», Київ, 1995 р.

У зв'язку з тим, що при проведенні робіт основним об'єктом негативної дії є кормова база риб, величина збитку в натуральному виразі розраховується по формулі:

$$N = n \times P/V \times 1/K_2 \times K_3/100 \times F \times T \times 10^{-6}, \quad (1)$$

де: N – величина збитку від загибелі кормових організмів в т;

F – об'єм/площа поразки, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;

P/V – коефіцієнт для перекладу біомаси кормових організмів в продукцію кормових організмів;

$n_0$  – середня концентрація кормових організмів, в грамах на куб. м води;

$K_2$  – кормовий коефіцієнт для перекладу продукції кормових організмів в рибопродукцію;

$K_3$  – показник гранично можливого використання кормової бази рибою, %;

$T$  - коефіцієнт кратності дії, що відображає час негативної дії;

$10^{-6}$  – множник для перекладу грамів в тонни.

Відповідно до п.3.6 «Временной методики...» розрахунок збитку від локального погіршення умов нересту, нагулу або зимівлі риб ведеться по методу площ, через приведення площ, що піддаються зміні, до площі повної втрати рибопродуктивності, по формулі: :

$$N = \sum P_i \times S \times F_1/F_0 \times q \times d \times 10^{-3}, \quad (2)$$

де:  $N$  – збиток, т;

$S$  - площа водоймища, що втрачає рибогосподарське значення, га;

$10^{-3}$  - множник для перекладу кілограмів в тонни;

$P_i$  – рибопродуктивність водоймища по даному вигляду або по екологічно близьких видах, кг/га;

$F_0$  - початкова зона (загальна площа нерестовищ, нагульна площа, акваторія зимівлі в даному водоймищі), га;

$F_1$  - частина зони, що піддається негативній дії, га;

$q$  - поправочний коефіцієнт на різноякісність нерестових, нагульних або зимувальних площ, що визначається як відношення якісних показників даної рибогосподарської ділянки до таких же показників, середніх для всіх таких площ у водоймищі;

$d$  - коефіцієнт інтенсивності несприятливої дії.

Згідно п.4 «Тимчасової методики.» (1989 р.) вартісна величина збитку при капітальному будівництві може визначатися за допомогою розрахунку капітальних вкладень на здійснення заходів, що компенсують збиток рибним запасам.

Величина компенсаційного платежу за збиток визначається по формулі:

$$K_i = \sum_{i=1}^n (M_i \times K_i) \times E_n \times t_i, \quad (3)$$

де  $K_i$  – питомі капітальні вкладення в об'єкти даного типу;

$M_i$  – потужність його по промислового поверненню, в тоннах;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;  
 величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для даного об'єкту, визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

$i$  – тип заходу або об'єкту.

$t_i$  – час негативної дії на рибні запаси.

### **Розрахунок збитку**

1 ПК

### **Морська ділянка робіт**

#### Відчуження частини акваторії ПЗЧМ

Під час 1 ПК будівництва при реконструкції північної огорожувальної дамби планується спорудження спрямовуючої ділянки шляхом укладання сортованого каміння, що призведе до відчуження частини ПЗЧМ як рибогосподарської водойми. Загальна площа ПЗЧМ що втратить рибогосподарське значення становить: під основу дамби - 90650 м<sup>2</sup> та біля 275000 м<sup>2</sup> буде відрізане від моря. Разом буде відчужено близько 118 га.

Згідно «Тимчасової методики...» розрахунок збитку в такому разі здійснюється за формулою:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}. \quad (4)$$

Акваторія, що відчужується є місцем нагулу та нересту риб. Згідно п.2.3 «Тимчасової методики...» за базу розрахунку збитку рибним запасам приймається можливий в природних умовах при раціональному веденні рибальства річний видобуток на одиницю площі водойми.

В якості показника можливої рибопродуктивності водойми були прийняті максимальні значення рибопродуктивності, досягненні в ПЗЧМ: 57 кг/га (60 пр.)

Підставивши вихідні значення в формулу (4), отримаємо величину збитку в натуральному вигляді:

$$N = 57 \text{ кг/га} \times 118 \text{ га} \times 10^{-3} = 6,726 \text{ т.}$$

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку у 2020 році за розрахунками Укррибпроект складають:

для морських видів риб 550,51 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а

величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських видів риб  $E_n = 1,0$  визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, складе:

$$K_{\text{відчуження}} = 550,51 \text{ тис. грн./т} \times 6,726 \text{ т} \times 1,0 = 3702730,26 \text{ грн.}$$

Компенсаційні платіж за вплив на біоресурси, складе **3702730,26 грн.**

### **Річкова ділянка робіт**

#### Відчуження частини акваторії

Під час 1 ПК будівництва при будівництві струєспрямовуючої дамби на 10,5-11 км рю Дунай шляхом укладання сортованого каміння, буде відчужена частина акваторії як рибогосподарської водойми. Загальна площа що втратить рибогосподарське значення під основу дамби становить 8000 м<sup>2</sup>. Буде відчужено близько 0,8 га.

Згідно «Тимчасової методики...» [13], розрахунок збитку в такому разі здійснюється за формулою:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}.$$

Акваторія, що відчужується є місцем нагулу та нересту риб. Згідно п.2.3 «Тимчасової методики...» за базу розрахунку збитку рибним запасам приймається можливий в природних умовах при раціональному веденні рибальства річний видобуток на одиницю площі водойми.

В якості показника можливої рибопродуктивності водойми були прийняті розрахункові значення рибопродуктивності пониззя р. Дунай на рівні 6 кг/га

Підставивши вихідні значення в формулу, отримаємо величину збитку в натуральному вигляді:

$$N = 6 \text{ кг/га} \times 0,8 \text{ га} \times 10^{-3} = 0,005 \text{ т.}$$

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку у 2020 році за розрахунками Укррибпроект складають:

для прісноводних видів риб 548,73 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських видів риб  $E_n = 1,0$  визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, складе:

$$K_{\text{відчужденя}} = 548,73 \text{ тис. грн./т} \times 0,005 \text{ т} \times 1,0 = 2743,65 \text{ грн.}$$

Компенсаційні платіж за вплив на біоресурси, складе **2743,65 грн.**

При виконанні всього циклу гідротехнічних робіт 1 ПК,, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів можуть скласти:

$$K = 3702730,26 \text{ грн} + 2743,65 \text{ грн} = 3705473,91 \text{ грн.}$$

2 ПК

### Морська ділянка робіт

#### Розробка ґрунту

#### *Черпаковий земснаряд*

При розробці планового об'єму - 938275 м<sup>3</sup> ґрунту черпаковим земснарядом, негативній дії піддадуться донні біоценози на площі: близько 520 тис. м<sup>2</sup> - 100 %-ва загибель; замутненню піддадуться акваторії площею близько 260 тис. м<sup>2</sup>, де очікується загибель до 50 % організмів. Негативна дія на організми водної товщі очікується в об'ємі води над ділянками робіт - 520000,0 x 7,7 = 4,0 млн. м<sup>3</sup>, де загибель планктонних організмів може досягати 50%.

Роботи плануються вести впродовж 15 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам в наслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 1.

Таблиця 1 - Параметри розрахунку збитку при розробці черпаковим земснарядом

Групи кормових організмів	Середня біомаса, г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	Р/В	К <sub>з</sub> , %	К <sub>2</sub>	Площа поразки, об'єм, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup>
Фітопланктон; загибель 50%	0,307	2	30	30	4,0 x10 <sup>6</sup>
Зоопланктон; загибель 50%	0,016	2	30	10	4,0 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 100%	29,4	4	45	10	0,520 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 50%	23,05	4	45	10	0,260 x10 <sup>6</sup>

Підставивши значення у формулу (1), отримаємо величину збитку від розробки ґрунту в натуральному численні

$$N_{\phi} = 0,307 \times 2 \times 0,3 \times 1/30 \times 0,5 \times 4,0 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,013 \text{ т;}$$

$$N_z = 0,016 \times 2 \times 0,3 \times 1/10 \times 4,0 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,0019 \text{ т;}$$

$$N_{b_1} = 29,4 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 0,520 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 2,751 \text{ т;}$$



$$N_{b2} = 23,05 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 0,260 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,549 \text{ т.}$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (0,013 \text{ т} + 0,0019 \text{ т}) \times 1,0 = 0,015 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (2,751 \text{ т} + 0,549 \text{ т}) \times 2,0 = 6,600 \text{ т}$$

$$\text{Разом при розробці ґрунту черпаковим земснарядом } N = 0,015 \text{ т} + 6,600 \text{ т} = 6,615 \text{ т}$$

Загальні очікувані втрати при розробці всього обсягу ґрунту  $938275,0 \text{ м}^3$ , складають 6,615 т.

#### Складування ґрунту

Складування ґрунту проводиться методом вільного скидання на акваторію морського підводного відвала. При такому варіанті складування очікується первинне укладення ґрунту шаром близько 0,65 м.

При складуванні  $938275,0 \text{ м}^3$  ґрунту негативній дії піддадуться донні біоценози на площі відвала близько 1,440 млн.  $\text{м}^2$ . Як показали натурні спостереження, на даній акваторії наголошується часткова загибель донних співтовариств. За акваторією відвала часткове зниження щільності донних співтовариств обмежене ділянкою донної поверхні площею 1,440 млн.  $\text{м}^2$ .

Негативна дія на фітопланктонні очікується в об'ємі води близько 26,0 млн.  $\text{м}^3$ , де очікується загибель близько 50 % планктонних організмів.

Роботи планується вести впродовж 15 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам унаслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 2.

Таблиця 2 - Параметри розрахунку збитку при складуванні ґрунту на відвал

Групи кормових організмів	Сер. біомаса, $\text{г}/\text{м}^3, \text{г}/\text{м}^2$	Р/В	К <sub>3</sub> , %	К <sub>2</sub>	Площа поразки, обсяг $\text{м}^2, \text{м}^3$
Фітопланктон; загибель 50%	0,302	250	20	30	$26,0 \times 10^6$
Зоопланктон; загибель 50%	0,156	32,8	90	6	$26,0 \times 10^6$
Зообентос; загибель 50%	15,09	2,6	55	6	$1,440 \times 10^6$
Зообентос; загибель 25%	23,05	2,6	55	6	$1,440 \times 10^6$

Підставивши значення у формулу (1), отримаємо величину збитку від складування ґрунту в натуральному виразі:

$$N_{\phi} = 0,302 \times 250 \times 0,2 \times 1/30 \times 26,0 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 6,544 \text{ т};$$

$$N_z = 0,156 \times 32,8 \times 0,9 \times 1/6 \times 26,0 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 9,977 \text{ т};$$

$$N_{b1} = 15,09 \times 2,6 \times 1/6 \times 0,55 \times 1,440 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 3,834 \text{ т};$$

$$N_{b2} = 23,05 \times 2,6 \times 1/6 \times 0,55 \times 1,440 \times 10^6 \times 0,25 \times 240/240 \times 10^{-6} = 1,977 \text{ т}.$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (6,544 \text{ т} + 9,977 \text{ т}) \times 1,0 = 16,521 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (3,834 \text{ т} + 1,977 \text{ т}) \times 2,0 = 11,622 \text{ т}$$

$$\text{Разом при складуванні ґрунту } N = 16,251 \text{ т} + 11,622 \text{ т} = 27,843 \text{ т}$$

#### Розрахунок компенсаційного платежу

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку на початок 2023 року за розрахунками Укррибпроект складають:

для морських видів риб 550,51 тис. грн.

для прісноводних видів риб 548,73 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських і прісноводних видів риб  $E_p = 0,18$  і  $0,18$  відповідно визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, з урахуванням загального термину виконання робіт 1,25 року, складе:

$$K_{\text{розробка}} = 548,73 \text{ тис. грн./т} \times 6,615 \text{ т} \times 0,18 \times 1,25 = 816716,01 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{складування}} = 550,51 \text{ тис. грн./т} \times 27,843 \text{ т} \times 0,18 \times 1,25 = 3448788,66 \text{ грн.}$$

Сумарно за погіршення умов нагулу:

$$K = 816716,01 \text{ грн.} + 3448788,66 \text{ грн.} = 4265504,67 \text{ грн.}$$

При виконанні циклу днопоглиблювальних робіт 2 ПК на морський ділянці робіт, з урахуванням їх не виконання в заборонні періоди, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу риб можуть скласти: – **4265504,67 грн.**

#### Відчуження частини акваторії ПЗЧМ

Під час 2 ПК будівництва при реконструкції огорожувальної дамби планується укладання сортового каміння, що призведе до відчуження частини ПЗЧМ як рибогосподарської водойми. Загальна площа ПЗЧМ що втратить рибогосподарське значення становить 16,2305 га.

Згідно «Тимчасової методики...», розрахунок збитку в такому разі здійснюється за формулою:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}.$$

Акваторія, що відчужується є місцем нагулу та нересту риби. Згідно п.2.3 «Тимчасової методики...» за базу розрахунку збитку рибним запасам приймається можливий в природних умовах при раціональному веденні рибальства річний видобуток на одиницю площі водойми.

В якості показника можливої рибопродуктивності водойми були прийняті максимальні значення рибопродуктивності, досягненні в ПЗЧМ: 57 кг/га (60 рр.)

Підставивши вихідні значення в формулу, отримаємо величину збитку в натуральному вигляді:

$$N = 57 \text{ кг/га} \times 16,2305 \text{ га} \times 10^{-3} = 0,925 \text{ т.}$$

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риби.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку на початок 2023 року за розрахунками Укррибпроект складають:

для морських видів риби 550,51 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських видів риби  $E_n = 1,0$  визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, складе:

$$K_{\text{відчуження}} = 550,51 \text{ тис. грн./т} \times 0,925 \text{ т} \times 1,0 = 595145,95 \text{ грн.}$$

Сумарно компенсаційні платежі за вплив на біоресурси, складе:

$$K = 4265504,67 \text{ грн.} + 595145,95 \text{ грн.} = 4860650,62 \text{ грн.}$$

### **Річкова ділянка робіт**

Розробка ґрунту

*Всмокт уючі землесоси*

При розробці планового об'єму - 1579220 м<sup>3</sup> ґрунту всмоктуючими землесосами, негативній дії піддадуться донні біоценози на площі: близько 1073 тис. м<sup>2</sup> - 100 %-ва загибель; заму́тненню піддадуться акваторії площею близько 1073 тис. м<sup>2</sup>, де очікується загибель до 50 % організмів. Негативна дія на організми водної товщі очікується в об'ємі води, необхідному для оводнення ґрунту і створення технологічної пульпи, - 1579220,0 x 6,5 = 10,27 млн. м<sup>3</sup>, де загибель планктонних організмів може досягати 100%.

Роботи планується вести впродовж 22 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам в наслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 3.

Таблиця 3 - Параметри розрахунку збитку при розробці землесосами

Групи кормових організмів	Середня біомаса, г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	Р/В	К <sub>3</sub> ,%	К <sub>2</sub>	Площа поразки, об'єм, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup>
Фітопланктон; загибель 100%	0,67	2	30	30	10,27 x10 <sup>6</sup>
Зоопланктон; загибель 100%	0,27	2	30	10	10,27 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 100%	7,03	4	45	10	1,073 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 50%	7,03	4	45	10	1,073 x10 <sup>6</sup>

Підставивши значення у формулу (2), отримаємо величину збитку від розробки ґрунту в натуральному численні

$$N_{\phi} = 0,67 \times 2 \times 0,3 \times 1/30 \times 1,0 \times 10,27 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,138 \text{ т};$$

$$N_z = 0,27 \times 2 \times 0,3 \times 1/10 \times 10,27 \times 10^6 \times 1,0 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,166 \text{ т};$$

$$N_{b1} = 7,03 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 1,073 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 1,358 \text{ т};$$

$$N_{b2} = 7,03 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 1,073 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,679 \text{ т}.$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (0,138 \text{ т} + 0,166 \text{ т}) \times 1,0 = 0,304 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (1,358 \text{ т} + 0,679 \text{ т}) \times 2,0 = 4,074 \text{ т}$$

$$\text{Разом при розробці ґрунту землесосами } N = 0,304 \text{ т} + 4,074 \text{ т} = 4,378 \text{ т}$$

#### Складування ґрунту

Складування ґрунту проводиться на берегові спеціально облаштовані відвали з скиданням у річку Дунай освітлених вод. При такому варіанті складування не очікується

негативного впливу на біоресурси при укладанні ґрунту в межах облаштованих захисними дамбами берегових відвалів.

#### Розрахунок компенсаційного платежу

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку у 2020 році за розрахунками Укррибпроект складають:

для прісноводних видів риб 548,73 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських і прісноводних видів риб  $E_n = 0,18$  визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, з урахуванням загального термину виконання робіт 1,8 року, складе:

$$K_{\text{разработка}} = 548,73 \text{ тис. грн./т} \times 4,378 \text{ т} \times 0,18 \times 1,8 = 778358,14 \text{ грн.}$$

При виконанні циклу днопоглиблювальних робіт 2 ПК на річковій ділянці робіт, з урахуванням їх не виконання в заборонні періоди, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу риб можуть скласти: – **778358,14 грн.**

При виконанні всього циклу днопоглиблювальних робіт 2 ПК, з урахуванням їх не виконання в заборонні періоди, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу риб можуть скласти:

$$K = 4860650,62 \text{ грн} + 778358,14 \text{ грн} = 5639008,76 \text{ грн.}$$

3 ПК

#### **Морська ділянка робіт**

##### Розробка ґрунту

##### *Черпаковий земснаряд*

При розробці планового об'єму - 1362305 м<sup>3</sup> ґрунту черпаковим земснарядом, негативній дії піддадуться донні біоценози на площі: близько 562 тис. м<sup>2</sup> - 100 %-ва загибель; замутненню піддадуться акваторії площею близько 281 тис. м<sup>2</sup>, де очікується загибель до 50 % організмів. Негативна дія на організми водної товщі очікується в об'ємі води над ділянками робіт - 562000,0 x 10,0 = 5,62 млн. м<sup>3</sup>, де загибель планктонних організмів може досягати 50%.

Роботи планується вести впродовж 24 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам в наслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 4.

Таблиця 4 - Параметри розрахунку збитку при розробці черпаковим земснарядом

Групи кормових організмів	Середня біомаса, г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Площа поразки, об'єм, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup>
Фітопланктон; загибель 50%	0,307	2	30	30	5,62 x10 <sup>6</sup>
Зоопланктон; загибель 50%	0,016	2	30	10	5,62 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 100%	29,4	4	45	10	0,562 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 50%	23,05	4	45	10	0,281 x10 <sup>6</sup>

Підставивши значення у формулу (1), отримаємо величину збитку від розробки ґрунту в натуральному численні

$$N_{\phi} = 0,307 \times 2 \times 0,3 \times 1/30 \times 0,5 \times 5,62 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,018 \text{ т};$$

$$N_{\Sigma} = 0,016 \times 2 \times 0,3 \times 1/10 \times 5,62 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,0027 \text{ т};$$

$$N_{\text{б1}} = 29,4 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 0,562 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 2,973 \text{ т};$$

$$N_{\text{б2}} = 23,05 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 0,281 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,593 \text{ т}.$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (0,018 \text{ т} + 0,0027 \text{ т}) \times 1,0 = 0,021 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (2,973 \text{ т} + 0,593 \text{ т}) \times 2,0 = 7,132 \text{ т}$$

$$\text{Разом при розробці ґрунту черпаковим земснарядом } N = 0,021 \text{ т} + 7,132 \text{ т} = 7,153 \text{ т}$$

Загальні очікувані втрати при розробці всього обсягу ґрунту 1362305,0 м<sup>3</sup>, складають 7,132 т.

#### Складування ґрунту

Складування ґрунту проводиться методом вільного скидання на акваторію морського підводного відвала. При такому варіанті складування очікується первинне укладення ґрунту шаром близько 0,65 м.

При складуванні 1362305,0 м<sup>3</sup> ґрунту з морської ділянки робіт та 5440455 м<sup>3</sup> ґрунтів з річкової частини негативній дії піддадуться донні біоценози на всій площі відвала близько 2,7 млн. м<sup>2</sup>. Як показали натурні спостереження, на даній акваторії наголошується часткова

загибель донних співтовариств. За акваторією відвала часткове зниження щільності донних співтовариств обмежене ділянкою донної поверхні площею 2,7 млн. м<sup>2</sup>.

Негативна дія на фітопланктонні очікується в об'ємі води близько 52,0 млн. м<sup>3</sup>, де очікується загибель близько 50 % планктонних організмів.

Роботи планується вести впродовж 64 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам унаслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 5.

Таблиця 5- Параметри розрахунку збитку при складуванні ґрунту на відвал

Групи кормових організмів	Сер. біомаса, г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Площа поразки, обсяг м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup>
Фітопланктон; загибель 50%	0,302	250	20	30	52,0 x 10 <sup>6</sup>
Зоопланктон; загибель 50%	0,156	32,8	90	6	52,0 x 10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 50%	15,09	2,6	55	6	2,7 x 10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 25%	23,05	2,6	55	6	2,7 x 10 <sup>6</sup>

Підставивши значення у формулу (2), отримаємо величину збитку від складування ґрунту в натуральному виразі:

$$N_{\text{ф}} = 0,302 \times 250 \times 0,2 \times 1/30 \times 52,0 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 13,088 \text{ т};$$

$$N_{\text{з}} = 0,156 \times 32,8 \times 0,9 \times 1/6 \times 52,0 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 19,954 \text{ т};$$

$$N_{\text{б1}} = 15,09 \times 2,6 \times 1/6 \times 0,55 \times 2,7 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 7,189 \text{ т};$$

$$N_{\text{б2}} = 23,05 \times 2,6 \times 1/6 \times 0,55 \times 2,7 \times 10^6 \times 0,25 \times 240/240 \times 10^{-6} = 4,073 \text{ т}.$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (13,088 \text{ т} + 19,954 \text{ т}) \times 1,0 = 33,042 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (7,189 \text{ т} + 4,073 \text{ т}) \times 2,0 = 22,524 \text{ т}$$

$$\text{Разом при складуванні ґрунту } N = 33,042 \text{ т} + 22,524 \text{ т} = 55,566 \text{ т}$$

#### Розрахунок компенсаційного платежу

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку на початок 2023 року за розрахунками Укррибпроект складають:

для морських видів риби 550,51 тис. грн.

для прісноводних видів риби 548,73 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських і прісноводних видів риби  $E_n = 0,18$  і  $0,18$  відповідно визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, з урахуванням загального терміну виконання робіт 1,25 року, складе:

$K_{\text{розробка}} = 548,73 \text{ тис. грн./т} \times 7,132 \text{ т} \times 0,18 \times 2,0 = 1408875,25 \text{ грн.}$

$K_{\text{складування}} = 550,51 \text{ тис. грн./т} \times 55,566 \text{ т} \times 0,18 \times 5,3 = 29182515,28 \text{ грн.}$

Сумарно за погіршення умов нагулу:

$K = 1408875,25 \text{ грн.} + 29182515,28 \text{ грн.} = 30591390,53 \text{ грн.}$

При виконанні циклу днопоглиблювальних робіт 3 ПК на морський ділянці робіт, з урахуванням їх не виконання в заборонні періоди, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу риби можуть скласти: – **30591390,53 грн.**

#### Відчуження частини акваторії ПЗЧМ

Під час 3 ПК будівництва при реконструкції огорожувальної дамби планується укладання сортового каміння, що призведе до відчуження частини ПЗЧМ як рибогосподарської водойми. Загальна площа ПЗЧМ що втратить рибогосподарське значення становить 13,4992 га.

Згідно «Тимчасової методики...», розрахунок збитку в такому разі здійснюється за формулою:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}.$$

Акваторія, що відчужується є місцем нагулу та нересту риби. Згідно п.2.3 «Тимчасової методики...» за базу розрахунку збитку рибним запасам приймається можливий в природних умовах при раціональному веденні рибальства річний видобуток на одиницю площі водойми.

В якості показника можливої рибопродуктивності водойми були прийняті максимальні значення рибопродуктивності, досягненні в ПЗЧМ: 57 кг/га (60 pp.)



Підставивши вихідні значення в формулу, отримаємо величину збитку в натуральному вигляді:

$$N = 57 \text{ кг/га} \times 13,4992 \text{ га} \times 10^{-3} = 0,770 \text{ т.}$$

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку на початок 2023 року за розрахунками Укррибпроект складають:

для морських видів риб 550,51 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських видів риб  $E_n = 1,0$  визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, складе:

$$K_{\text{відчуження}} = 550,51 \text{ тис. грн./т} \times 0,770 \text{ т} \times 1,0 = 423892,70 \text{ грн.}$$

Сумарно компенсаційні платежі за вплив на біоресурси, складе:

$$K = 30591390,53 \text{ грн.} + 423892,70 \text{ грн.} = 31015283,23 \text{ грн.}$$

### **Річкова ділянка робіт**

#### Розробка ґрунту

#### *Всмокт уючі землесоси*

При розробці планового об'єму - 1722210 м<sup>3</sup> ґрунту всмоктуючими землесосами, негативній дії піддадуться донні біоценози на площі: близько 1030 тис. м<sup>2</sup> - 100 %-ва загибель; замутненню піддадуться акваторії площею близько 1032 тис. м<sup>2</sup>, де очікується загибель до 50 % організмів. Негативна дія на організми водної товщі очікується в об'ємі води, необхідному для оводнення ґрунту і створення технологічної пульпи, - 1722210,0 x 6,5 = 11,2 млн. м<sup>3</sup>, де загибель планктонних організмів може досягати 100%.

Роботи планується вести впродовж 43 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам в наслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 6.

Таблиця 6 - Параметри розрахунку збитку при розробці землесосами

Групи кормових організмів	Середня біомаса, г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> ,%	K <sub>2</sub>	Площа поразки, об'єм, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup>
Фітопланктон; загибель 100%	0,67	2	30	30	11,2 x10 <sup>6</sup>
Зоопланктон; загибель 100%	0,27	2	30	10	11,2 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 100%	7,03	4	45	10	1,032 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 50%	7,03	4	45	10	1,032 x10 <sup>6</sup>

Підставивши значення у формулу (1), отримаємо величину збитку від розробки ґрунту в натуральному численні

$$N_f = 0,67 \times 2 \times 0,3 \times 1/30 \times 1,0 \times 11,2 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,151 \text{ т};$$

$$N_z = 0,27 \times 2 \times 0,3 \times 1/10 \times 11,2 \times 10^6 \times 1,0 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,181 \text{ т};$$

$$N_{b1} = 7,03 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 1,032 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 1,306 \text{ т};$$

$$N_{b2} = 7,03 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 1,032 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,653 \text{ т}.$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (0,151 \text{ т} + 0,181 \text{ т}) \times 1,0 = 0,332 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (1,306 \text{ т} + 0,653 \text{ т}) \times 2,0 = 3,918 \text{ т}$$

$$\text{Разом при розробці ґрунту землесосами } N = 0,332 \text{ т} + 3,918 \text{ т} = 4,250 \text{ т}$$

#### Складування ґрунту

Складування ґрунту в обсязі 1722210 м<sup>3</sup> проводиться на березі спеціально облаштовані відвали з скиданням у річку Дунай освітлених вод. При такому варіанті складування не очікується негативного впливу на біоресурси при укладанні ґрунту в межах облаштованих захисними дамбами берегових відвалів.

#### Розробка ґрунту

##### *Черпаковий земснаряд*

При розробці планового об'єму - 7084440 м<sup>3</sup> ґрунту черпаковим земснарядом, негативній дії піддадуться донні біоценози на площі: близько 4250 тис. м<sup>2</sup> - 100 %-ва загибель; замутненню піддадуться акваторії площею близько 4250 тис. м<sup>2</sup>, де очікується загибель до 50 % організмів. Негативна дія на організми водної товщі очікується в об'ємі води над ділянками робіт - 4250000,0 x 8,8 = 37,37 млн. м<sup>3</sup>, де загибель планктонних організмів може досягати 50%.

Роботи планується вести впродовж 64 місяців – весь вегетаційний період 240 діб.

Розрахунок величин збитку, що наноситься рибним запасам в наслідок втрат кормової бази риб, проводиться на підставі матеріалів моніторингових досліджень, приведених в таблиці 7.

Таблиця 7 - Параметри розрахунку збитку при розробці черпаковим земснарядом

Групи кормових організмів	Середня біомаса, г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> ,%	K <sub>2</sub>	Площа поразки, об'єм, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup>
Фітопланктон; загибель 50%	0,67	2	30	30	37,37 x10 <sup>6</sup>
Зоопланктон; загибель 50%	0,27	2	30	10	37,37 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 100%	7,03	4	45	10	4,250 x10 <sup>6</sup>
Зообентос; загибель 50%	7,03	4	45	10	4,250 x10 <sup>6</sup>

Підставивши значення у формулу (1), отримаємо величину збитку від розробки ґрунту в натуральному численні

$$N_{\phi} = 0,67 \times 2 \times 0,3 \times 1/30 \times 0,5 \times 37,37 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,250 \text{ т};$$

$$N_z = 0,27 \times 2 \times 0,3 \times 1/10 \times 37,37 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0,303 \text{ т};$$

$$N_{b1} = 7,03 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 4,250 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 5,378 \text{ т};$$

$$N_{b2} = 7,03 \times 4 \times 1/10 \times 0,45 \times 4,250 \times 10^6 \times 0,5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 2,689 \text{ т}.$$

Звідси величина збитку, що наноситься рибним запасам в натуральному численні, з урахуванням періоду відновлення планктонних співтовариств, складе:

$$N_{\text{планктон}} = (0,250 \text{ т} + 0,303 \text{ т}) \times 1,0 = 0,553 \text{ т}$$

$$N_{\text{бентос}} = (5,378 \text{ т} + 2,689 \text{ т}) \times 2,0 = 16,134 \text{ т}$$

$$\text{Разом при розробці ґрунту черпаками } N = 0,553 \text{ т} + 16,134 \text{ т} = 16,687 \text{ т}$$

Всього при розробці ґрунту на річковій ділянці 3 ПК в обсязі 8806650 м<sup>3</sup> збиток складе:

$$N = 4,250 \text{ т} + 16,687 \text{ т} = 20,937 \text{ т}$$

#### Складування ґрунту

Складування ґрунту з річкової частини в обсязі 1643985 м<sup>3</sup> проводиться на спеціально облаштований відвал на огорожувальній дамбі з скиданням у ПЗЧМ освітлених вод. При такому варіанті складування не очікується негативного впливу на біоресурси при укладанні ґрунту в межах облаштованих захисними дамбами береговому відвалі. Також 5440455 м ґрунту з річкової частини складається на морському підводному гідро відвалі у ПЗЧМ з розрахунком в розділі стосовно робіт на морській ділянці робіт.

#### Розрахунок компенсаційного платежу

Розрахунок у вартісному виразі проводиться через капітальні вкладення на відтворення риб.

Питомі капітальні вкладення на відтворення 1 т риби-сирцю промповернення на об'єктах рибоводів - аналогах в цінах на момент виконання розрахунку на початок 2023 року за розрахунками Укррибпроект складають:

для прісноводних видів риб 548,73 тис. грн.

Питомі капіталовкладення приведені без урахування ПДВ. Приймаючи, що негативна дія на рибні запаси при будівництві виявлятиметься впродовж 1 нерестового періоду, а величина нормативного коефіцієнта економічної ефективності капвкладень для морських і прісноводних видів риб  $E_n = 0,18$  визначаємо об'єми необхідних капітальних вкладень.

У вартісному виразі величина компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу для акваторій робіт, з урахуванням загального термину виконання робіт 5,3 року, складе:

$$K_{\text{розробка}} = 548,73 \text{ тис. грн./т} \times 20,937 \text{ т} \times 0,18 \times 5,3 = 10960277,05 \text{ грн.}$$

При виконанні циклу днопоглиблювальних робіт 3 ПК на річковій ділянці робіт, з урахуванням їх не виконання в заборонні періоди, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу риб можуть скласти: – **10960277,05 грн.**

При виконанні всього циклу днопоглиблювальних робіт 3 ПК, з урахуванням їх не виконання в заборонні періоди, збиток водним біоресурсам і відповідні величини компенсаційних платежів за погіршення умов нагулу риб можуть скласти:

$$K = 31015283,23 \text{ грн} + 10960277,05 \text{ грн} = 41975560,28 \text{ грн.}$$

Таким чином сумарно компенсаційні платежі за виконання гідротехнічних робіт 2 ПК та 3 ПК з реконструкції ГСХ складуть:

$$K = 5639008,76 \text{ грн} + 41975560,28 \text{ грн} = 47614569,04 \text{ грн.}$$

### **Вплив на водне середовище**

Характеристика дії днопоглиблювальних робіт на водне середовище

В процесі розробки і складування донних ґрунтів утворюється зона підвищеної мутності, в межах якої здійснюється обмін між суспензією і водним середовищем забруднюючими речовинами. Такий обмін відбувається тільки у разі знаходження забруднювачів в трансформованому вигляді. Найчастіше це спостерігається при техногенному забрудненні ґрунтів. Такий вид дії носить короткочасний характер і припиняється практично із закінченням складування ґрунту.

Короткочасна дія обумовлена створенням каламутної хмари при скиданні ґрунту у воду. При цьому емпірична величина переходу ґрунту в суспензію складає 2-10 % від маси скинутого мулу, а 90-98 % ґрунту досягає дна у вигляді концентрованої маси і формує донний відвал.

Проте, як показує досвід натурних спостережень на звалищах ґрунтів, тривалість короткочасного типу дії невелика і обчислюється декількома годинами, інтенсивно слабшаючи у міру видалення від місця скидання.

Довготривала дія дампінгу на водне середовище обумовлюється дифузійним обміном забруднюючими речовинами між ґрунтом, укладеним в підводний відвал, і водним середовищем. Інтенсивність цієї дії визначається формою присутності забруднюючих речовин в ґрунті і його якістю, а тривалість – загальною кількістю скинутого ґрунту.

Багаторічний досвід досліджень і натурних спостережень за дією дампінгу на водне середовище показав, що його тиск на водне середовище незначний, і в контрольному створі (на відстані 250 м від точки складування) концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично допустимих.

За результатами спеціалізованих спостережень останніх років та раніше виконаного математичного моделювання, не вдалося зафіксувати впливу розробки ґрунту землесосом на МПК та скидання ґрунту в районі дампінгу на збільшення вмісту ЗР у водній товщі контрольних ділянок. Це пов'язано з тим, що днопоглиблювальні роботи на МПК проходили в безпосередній близькості від гирла рукава Бистрий і вплив днопоглиблення нівелювався твердим стоком Дунаю навіть при середніх витратах води. У районі дампінгу, можливо через велику обводненість ґрунту, що скидається, і гідродинамічної активності вод району, розсіювання «хмари каламутності» відбувалося досить швидко.

#### **Методика розрахунку збитку**

При розрахунку збитку водному середовищу використані методичні підходи до розрахунку «Науково-практичного коментаря до Податкового кодексу» 2010 р.

Розміри платежів за викиди забруднюючих речовин в поверхневі води, територіальні і внутрішні морські води визначаються по формулі:

$$P_c = \sum_{i=1}^n (H_{pi} \times M_{pi} \times K_{oci}),$$

де  $P_c$  – сума податку, що сплачується за скид забруднюючої речовини у водні об'єкти, грн.;

$H_{pi}$  – ставка податку в поточному році за тону  $i$ -того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками, грн./т;

$M_{ni}$  – об'єми скиду  $i$ -того виду забруднюючої речовини у тонах, т;

$K_{oc}$  – коефіцієнт, який складає 1,5 та використовується в разі скиду забруднюючої речовини в ставки і озера (в інших випадках коефіцієнт становить 1,0).

При розрахунку компенсаційного платежу за забруднення водного середовища за роботи використаний базовий норматив плати, визначений Податковим кодексом України зі змінами, станом на період виконання робіт на початок 2023 року.

### **Розрахунок збитку водному середовищу**

1 ПК

#### **Морська ділянка робіт**

##### *Будівництво дамби*

Будівництво дамб в ході реконструкції здійснюється з сортованого крупного природного каміння. При такому варіанті впливу на стан водного середовища не очікується. Зокрема можливо очікувати поліпшення умов існування риб за рахунок створення біопозитивного літоконтуру.

#### **Річкова ділянка робіт**

##### *Будівництво дамби*

Будівництво дамб в ході реконструкції здійснюється з сортованого крупного природного каміння. При такому варіанті вплива на стан водного середовища не очікується. Зокрема можливо очікувати поліпшення умов існування риб за рахунок створення біопозитивного літоконтуру.

Таким чином при виконанні робіт 1ПК негативного впливу на стан водного середовища не очікується.

2 ПК

#### **Морська ділянка робіт**

##### *Розробка ґрунту*

При реалізації проектних рішень 2 ПК черпаковими земснарядями планується виконати на баровій частині морського підхідного каналу днопоглиблення в об'ємі 938215,0 м<sup>3</sup>. Ґрунти представлені в основному мулами та замуленими пісками, що характеризуються усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – до 9,54%, щільність ґрунту – 1,65 т/м<sup>3</sup>. При розробці ґрунтів черпаком близько 4,0% тонкодисперсної фракції у вигляді суспензії переходить у водне середовище.

Маса зважених речовин, що потрапляють у водне середовище при розробці черпаковим земснарядом 938215,0 м<sup>3</sup> ґрунту, складе:

$$M_{\text{взв}} = 938215,0 \text{ м}^3 \times 1,65 \text{ т/м}^3 \times 0,04 \times 0,0954 = 5871,58 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 5781,58 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 2136409,44 \text{ грн..}$$

#### *Складування ґрунту*

Складування ґрунту на морський підводний відвал, методом вільного скидання, буде виконано в об'ємі 938215,0 м<sup>3</sup>. Складований ґрунт, в основному, представлений замуленими пісками, що характеризуються наступними усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – до 9,54%, об'ємна вага ґрунту – 1,65 т/м<sup>3</sup>. При складуванні ґрунтів за запропонованою технологією, близько 10% переходить у водне середовище. При транспортуванні ґрунту в підводний відвал 0,1% об'єму, що транспортується, переходить у водне середовище за рахунок технологічних втрат – просорів.

Маса зважених речовин, що потрапили у водне середовище при складуванні і транспортуванні на відстань 8,2 км ґрунту, складє

$$M_{\text{взв}} = 938215,0 \text{ м}^3 \times 1,65 \text{ т/м}^3 \times 0,1001 \times 0,0954 = 14916,13 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при складуванні ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 14916,13 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 5511808,36 \text{ грн..}$$

Сумарно величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці і складуванні ґрунту на морський дільцяны робот обсягом 938215,0 м<sup>3</sup> при реалізації проектних рішень 2 ПК у вартісному виразі складе:

$$P = 2136409,44 \text{ грн.} + 5511808,36 \text{ грн.} = \mathbf{7648217,80 \text{ грн..}}$$

#### *Будівництво дамби*

Будівництво дамб в ході реконструкції здійснюється з сортованого крупного природного каміння. При такому варіанті вплива на стан водного середовища не очікується. Зокрема можливо очікувати поліпшення умов існування риб за рахунок створення біопозитивного літоконтуру.

### **Річкова ділянка робіт**

#### *Розробка ґрунту*

При реалізації проектних рішень 2 ПК на рычковый частини робот всмоктуючими земснарядами буде розроблено ґрунти в об'ємі 1579220,0 м<sup>3</sup>. Ґрунти представлені в основному мулами та замуленими пісками, що характеризуються усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – 13,06%, щільність ґрунту – 1,69 т/м<sup>3</sup>. При розробці

ґрунтів землесосами близько 2,0% тонкодисперсної фракції у вигляді суспензії переходить у водне середовище.

Маса зважених речовин, що потрапляють у водне середовище при розробці землесосом 1579220,0 м<sup>3</sup> ґрунту, складе:

$$M_{\text{взв}} = 1579220,0 \text{ м}^3 \times 1,69 \text{ т/м}^3 \times 0,02 \times 0,1306 = 6971,12 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 6971,12 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 2575968,26 \text{ грн..}$$

#### *Складування ґрунту у*

Складування ґрунту проводиться на берегові спеціально облаштовані відвали з скиданням у рычку Дунай освітлених вод. При такому варіанті складування не очікується негативного впливу на водне середовище при укладанні ґрунту в межах облаштованих захисними дамбами берегових відвалів.

Сумарно величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці і складуванні ґрунту на річковій ділянці робіт обсягом 159220,0 м<sup>3</sup> при реалізації проектних рішень 2 ПК у вартісному виразі складе:

$$P = 2575968,26 \text{ грн..}$$

Сумарно величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці і складуванні ґрунту на річковій ділянці робіт обсягом 159220,0 м<sup>3</sup> при реалізації проектних рішень 2 ПК у вартісному виразі складе **2575968,26 грн..**

При виконанні всього циклу днопоглиблювальних робіт 2 ПК, збор за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище при роботах можуть скласти:

$$P = 7648217,80 \text{ грн} + 2575968,26 \text{ грн} = 10224186,06 \text{ грн}$$

3 ПК

### **Морська ділянка робіт**

#### *Розробка ґрунту*

При реалізації проектних рішень 3 ПК черпаковими земснарядями планується виконати на баровій частині морського підхідного каналу днопоглиблення в об'ємі 1362305,0 м<sup>3</sup>. Ґрунти представлені в основному мулами та замуленими пісками, що характеризуються усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – до 9,54%, щільність ґрунту – 1,65 т/м<sup>3</sup>. При розробці ґрунтів черпаком близько 4,0% тонкодисперсної фракції у вигляді суспензії переходить у водне середовище.



Маса зважених речовин, що потрапляють у водне середовище при розробці черпаковим земснарядом 1362305,0 м<sup>3</sup> ґрунту, складе:

$$M_{\text{взв}} = 1362305,0 \text{ м}^3 \times 1,65 \text{ т/м}^3 \times 0,04 \times 0,0954 = 8577,62 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 8577,62 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 3169602,14 \text{ грн..}$$

#### *Складування ґрунту*

Складування ґрунту на морський підводний відвал, методом вільного скидання, буде виконано в об'ємі 1362305,0 м<sup>3</sup>. Складований ґрунт, в основному, представлений замуленими пісками, що характеризуються наступними усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – до 9,54%, об'ємна вага ґрунту – 1,65 т/м<sup>3</sup>. При складуванні ґрунтів за запропонованою технологією, близько 10% переходить у водне середовище. При транспортуванні ґрунту в підводний відвал 0,1% об'єму, що транспортується, переходить у водне середовище за рахунок технологічних втрат – просорів.

Маса зважених речовин, що потрапили у водне середовище при складуванні і транспортуванні на відстань 8,2 км ґрунту, складэ

$$M_{\text{взв}} = 1362305,0 \text{ м}^3 \times 1,65 \text{ т/м}^3 \times 0,1001 \times 0,0954 = 21465,49 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при складуванні ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 21465,49 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 7931927,87 \text{ грн..}$$

Також складування ґрунту на морський підводний відвал, методом вільного скидання, ґрунтів з річкової частини робіт буде виконано в об'ємі 5440455,0 м<sup>3</sup>. Ґрунти представлені в основному мулами та замуленими пісками, що характеризуються усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – 13,06%, щільність ґрунту – 1,69 т/м<sup>3</sup>. При складуванні ґрунтів за запропонованою технологією, близько 10% переходить у водне середовище. При транспортуванні ґрунту в підводний відвал 0,1% об'єму, що транспортується, переходить у водне середовище за рахунок технологічних втрат – просорів.

Маса зважених речовин, що потрапили у водне середовище при складуванні і транспортуванні на відстань 8,2 км ґрунту, складэ

$$M_{\text{взв}} = 5440455,0 \text{ м}^3 \times 1,69 \text{ т/м}^3 \times 0,1001 \times 0,1306 = 120198,54 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при складуванні ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 120198,54 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 44415764,50 \text{ грн..}$$

Сумарно величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці 1362305,0 м<sup>3</sup> ґрунту і складуванні 6802760,0 м<sup>3</sup> ґрунту на морський ділянці робіт при реалізації проектних рішень 3 ПК у вартісному виразі складе:

$$\Pi = 396200,27 \text{ грн.} + 991490,98 \text{ грн.} + 44415764,50 \text{ грн.} = \mathbf{55517294,51 \text{ грн.}}$$

#### *Будівництво дамби*

Будівництво дамб в ході реконструкції здійснюється з сортованого крупного природного каміння. При такому варіанті вплива на стан водного середовища не очікується. Зокрема можливо очікувати поліпшення умов існування риб за рахунок створення біопозитивного літоконтуру.

#### **Річкова ділянка робіт**

##### *Розробка ґрунту*

При реалізації проектних рішень 3 ПК на річковій частині робіт всмоктуючими земснарядями буде розроблено ґрунти в об'ємі 1722210,0 м<sup>3</sup>. Ґрунти представлені в основному мулами та замуленими пісками, що характеризуються усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – 13,06%, щільність ґрунту – 1,69 т/м<sup>3</sup>. При розробці ґрунтів землесосами близько 2,0% тонкодисперсної фракції у вигляді суспензії переходить у водне середовище.

Маса зважених речовин, що потрапляють у водне середовище при розробці землесосом 1722210,0 м<sup>3</sup> ґрунту, складе:

$$M_{\text{взв}} = 1722210,0 \text{ м}^3 \times 1,69 \text{ т/м}^3 \times 0,02 \times 0,1306 = 7602,32 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці ґрунту у вартісному виразі складе:

$$\Pi_{\text{взв}} = 7602,32 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 2809209,29 \text{ грн.}$$

Також розробка здійснюється черпаковими земснарядями в плановому об'ємі - 7084440 м<sup>3</sup> ґрунту. Ґрунти представлені в основному мулами та замуленими пісками, що характеризуються усередненими фізико-механічними показниками: зміст фракції 0,005 мм – 13,06%, щільність ґрунту – 1,69 т/м<sup>3</sup>. При розробці ґрунтів черпаковими земснарядями близько 4,0% тонкодисперсної фракції у вигляді суспензії переходить у водне середовище.

Маса зважених речовин, що потрапляють у водне середовище при розробці черпаком 7084440,0 м<sup>3</sup> ґрунту, складе:

$$M_{\text{взв}} = 7084440,0 \text{ м}^3 \times 1,69 \text{ т/м}^3 \times 0,04 \times 0,1306 = 62545,40 \text{ т.}$$

Величина збору за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище від попадання зважених речовин при розробці ґрунту у вартісному виразі складе:

$$P_{\text{взв}} = 62545,40 \text{ т} \times 369,52 \text{ грн./т} \times 1,0 = 23111776,21 \text{ грн}$$

Всього при розробці на річковій частині робіт:

$$P_{\text{взв}} = 351151,16 \text{ грн} + 23111776,21 \text{ грн} = \mathbf{25920985,50 \text{ грн}}$$

*Складування ґрунту*

Складування ґрунту обсягом 1722210 м<sup>3</sup> та 1643985 м<sup>3</sup> проводиться на берегові спеціально облаштовані відвали та відвал на дамбі з скиданням у річку Дунай та АЗЧМ освітлених вод. При такому варіанті складування не очікується негативного впливу на водне середовище при укладанні ґрунту в межах облаштованих захисними дамбами берегових відвалів.

Також 5440455 м ґрунту з річкової частини складується на морському підводному гідро відвалі у ПЗЧМ з розрахунком в розділі стосовно робіт на морський ділянці робіт

При виконанні всього циклу днопоглиблювальних робіт 3 ПК, збор за потрапляння забруднюючих речовин у водне середовище при роботах може скласти:

$$П = \mathbf{55517294,51 + 25920985,50 \text{ грн} = 81438280,01 \text{ грн}}$$

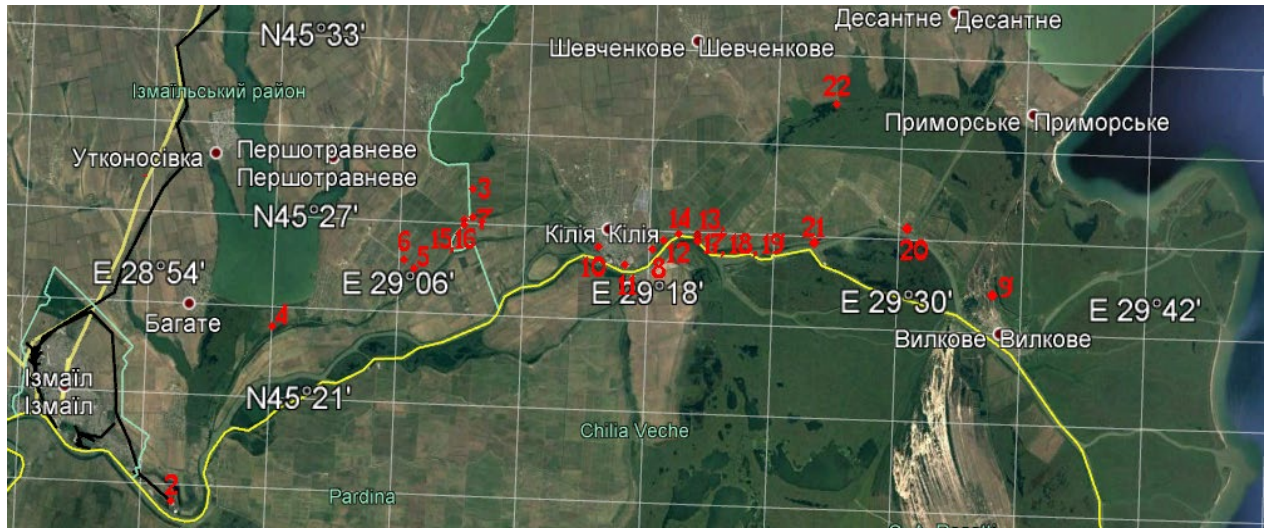
**ДОДАТОК Р**

**ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ІНШИХ ВИДІВ  
ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ У ТОМУ ЧИСЛІ  
У ТРАНСКОРДОННОМУ КОНТЕКСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГІДРОХІМІЧНИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ**

У ході аналізу впливу точкових джерел під час експедиційного обстеження у жовтні 2020 р. було досліджено кілька найбільш показових за розташуванням і типом скидів, обраних з переліку контрольованих державною мережею моніторингу. Перелік скидів, які Дунайське БУВР контролювало у 2020 році, представлений у табл. 7.1; розташування цих скидів показано на рис. 7.1. Більшість цих скидів належить сільгосппідприємствам і пов'язана із іригаційною системою. Проте, можна припустити, що це далеко не всі скиди, які існують у даному районі. Зокрема, йдеться про скиди комунально-побутових стічних вод міст Ізмаїл, Рені й Кілія.

**Таблиця 7.1 – Перелік скидів за відомостями БУВР**

№	Код 2ТП	Назва водокористувача	Широта	Довгота
1	512110	ТОВ "Квадро ООО"	45° 43' 11"N	28° 35' 09"E
2	510045	ПАТ "Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат"	45° 17' 27,00"N	28° 55' 32,00"E
3	510822	ПрАТ "Ізмаїл Наваско"	45° 28' 08,43"N	29° 9' 19,11"E
4	510864	АРК "Придунайська Нива"	45° 23' 18,02"N	29° 0' 03,16"E
5	511819	ФГ "Крокус"	45° 25' 26,97"N	29° 6' 40,46"E
6	511820	ТОВ "Дунай Агро"	45° 25' 38,13"N	29° 6' 16,66"E
7	511822	СК "Єніка"	45° 27' 12,45"N	29° 9' 28,69"E
8	510747	КП "Світло"	45° 26' 05,2"N	29° 18' 11,8"E
9	512114	КП "Вилківський водоканал"	45° 25' 03,3"N	29° 34' 40,9"E
10	510144	Кілійський судоремонтний завод	45° 26' 25,0"N	29° 15' 32,8"E
11	510367	ТОВ "Титан"	45° 25' 41,6"N	29° 16' 54,0"E
12	510870	ТОВ "Блакитна Нива-2005"	45° 26' 34,2"N	29° 18' 43,4"E
13	510838	СВК "Маяк"	45° 26' 53,6"N	29° 20' 14,0"E
14	510838		45° 27' 01,1"N	29° 19' 35,0"E
15	511840	СВК "Дунай"	45° 27' 09,9"N	29° 09' 21,9"E
16	511842	ТОВ СП "Дунай-Агро"	45° 27' 09,9"N	29° 09' 21,9"E
17	511842		45° 26' 53,6"N	29° 20' 14,0"E
18	510823	ТОВ "Південь Агро Холдинг"	45° 26' 53,6"N	29° 20' 14,0"E
19	510823	ФО Кривенко Д.А.	45° 26' 53,6"N	29° 20' 14,0"E
20	510823	ТОВ "Дебют-2005"	45° 27' 15,3"N	29° 30' 16,3"E
21	511846	ТОВ "Рис Бессарабії"	45° 26' 41,2"N	29° 25' 55,7"E
22	511843	СВК "Дружба"	45° 31' 28,5"N	29° 26' 49,6"E



**Рисунок 7.1 – Розташування скидів за відомостями БУВР**

Восени 2020 року частину цих скидів біло досліджено підчас експедиційного обстеження (таблиця 7.2).

**Таблиця 7.2 – Показники якості води підчас відбору проб восени 2020 р.**

Пункт	Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Дунай, Нижче Кілії, вище скиду 13	0,030	0,98	2,50	6,40
Нижче Кілії, скид 13, канал	0,006	0,43	1,40	19,20
Дунай, Лески, вище скиду 20	0,030	1,00	1,52	1,60
Лески, скид 20, канал	0,006	0,12	2,74	4,00
Дунай, Лески, нижче скиду 20, гирло каналу Дунай-Сасик	0,025	1,26	2,31	2,40

Як можна побачити, вода каналів відрізняється високим рівнем вмісту органічних речовин за БСК<sub>5</sub>, проте відносно невеликими концентраціями сполук азоту (вміст амонійного азоту був нижче чутливості методу). При цьому, як у Дунаї, так і у скидних каналах концентрації фосфатного фосфору доволі високі. Виходячи зі співвідношення азот/фосфор, оптимального для біоти, яка споживає мінеральні сполуки біогенних елементів (рослини, мікроорганізми), яке знаходиться у межах 8-16, такі високі концентрації фосфатів свідчать про лімітування по азоту та ймовірне переведення мінерального азоту в органічні форми, що й пояснює його низькі концентрації. Таким чином, низькі концентрації мінерального азоту в цьому випадку не є свідченням чистоти води, особливо на тлі значного збагачення органічними речовинами. Так само, втім, і фосфор може знаходитися переважно в органічній

формі, що пояснюватиме нижчі його концентрації в каналі скиду 13(17-19), ніж у Дунаї нижче Кілії (хоча також це може пояснюватися й впливом інших скидів).

Скидання вод цих каналів у Дунай відбувається без попереднього очищення. Більш того, скид 20 розташований фактично у гирлі (на вході) каналу Дунай-Сасик. Таким чином, стічні води потрапляють у Сасик, який і без цього потерпає від евтрофікації.

Слід також зауважити, що технологія вирощування рису передбачає періодичне, а не постійне скидання вод з рисових чеків, отже скиди є залповими. З одного боку, це погіршує ситуацію, адже залпове навантаження для екосистеми значно небезпечніше за постійне за тої ж сумарної інтенсивності; з іншого ж боку це дає можливість впровадження певних технічних рішень для доочищення та/чи демпферування залпових скидів стічних вод.

Можливість таких рішень має, втім, розглядатися окремо у межах відповідних проектних розробок.

Таким чином, попередньо можна розглянути доцільність низки заходів, зазначених нижче (таблиця 7.3).

Згідно з результатами екологічної оцінки було зроблено висновок, що при розробці заходів з екологічного оздоровлення дельти Дунаю доцільно звернути особливу увагу на обмеження надходження сполук біогенних елементів, яким належав основний внесок у погіршення якості води за показниками блоку трофо-сапробності у I півріччі 2021 р. При цьому слід враховувати, що оцінка якості вод на вході до української ділянки дельти Дунаю (вище Рені, 71 миля, або 131 км) принципово не відрізнялася від середньої по дослідженій акваторії, проте й самоочищення уздовж цієї акваторії помітно не було (або воно компенсувалося надходженням нового забруднення).

**Таблиця 7.3 – Можливі заходи із зменшення впливу на довкілля господарської діяльності, а також із інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень у галузі природоохорони стосовно української частини дельти Дунаю**

№	Назва заходу	Очікуваний ефект	Район/ділянка	Установа чи суб'єкт господарювання
1.	Перенесення скиду ТОВ "Дебют-2005" нижче за течією Дунаю від входу до каналу Дунай-Сасик (або перекриття цього каналу на час скидання вод)	Зменшення забруднення та евтрофікації оз. Сасик	Рук. Соломонів, н. п. Ліски	ТОВ «Дебют-2005».
2.	Облаштування умов для часткового доочищення	Попередження залпового	Рук. Кілійський, нижче м. Кілія;	ТОВ «Дебют-2005», СВК «Маяк», ТОВ

№	Назва заходу	Очікуваний ефект	Район/ділянка	Установа чи суб'єкт господарювання
	скидних вод з рисових чеків на виходах дренажних каналів	надходження стічних вод, зниження забруднення Дунаю	Рук. Соломонів, н. п. Ліски	«Південь Агро Холдинг», ТОВ СП «Дунай-Агро»
3.	Облаштування стаціонарних пунктів гідрохімічного контролю нижче скидів Кілійського судноремонтного заводу, ПАТ "Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат" та інших крупних об'єктів господарювання	Полегшення контролю та підвищення оперативності отримання інформації про основні джерела скидів стічних вод	М. Кілія, м. Ізмаїл, м. Рені	БУВР, ДГМО
4.	Провести інвентаризацію скидів, внести невраховані до загального переліку	Підвищення об'єктивності інформації про основні джерела скидів стічних вод	М. Кілія, м. Ізмаїл, м. Рені	БУВР, ДГМО

У 2021 р. УКРНДІЕП було виконано визначення хімічного стану масиву поверхневих вод р. Дунай в межах України *за пріоритетними речовинами відповідно до ВРД*. Результати цього дослідження є підставою для удосконалення програми комплексного екологічного моніторингу української частини р. Дунай, а саме для додаткового включення до переліку контрольованих показників таких пріоритетних забруднюючих речовин, як ди-(2-етилгексил)фталат (у воді й донних відкладеннях усіх створів української частини р. Дунай), атразину та симазину у воді створів дельти р. Дунай, а також ртуті (у воді верхніх створів української частини р. Дунай).

**ДОДАТОК С**

**ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ  
ДЕЛЬТИ ДУНАЮ У ТОМУ ЧИСЛІ В ТРАНСКОРДОННОМУ КОНТЕКСТІ ЗА  
РЕЗУЛЬТАТАМИ ІХТІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Про необхідність моніторингу стану іхтіофауни транскордонних річок**

Під транскордонним моніторингом розуміється моніторинг, проведений у транскордонних зонах – ділянках, на яких річка перетинає територію однієї країни та переходить на територію іншої країни.

Україна проголошує вступ до ЄС як стратегічну мету, а питання охорони довкілля – як один з пріоритетів європейської інтеграції. Вимоги щодо вступу до Європейського Союзу передбачають впровадження протягом нетривалого перехідного періоду стратегії сталого розвитку не лише на рівні документів, але й реалізацію на практиці. Тому збереження та відновлення біологічного й ландшафтного різноманіття, в тому числі у басейні Дунаю, повинно стати одним з головних завдань державної політики України, а участь у впровадженні Дунайської стратегії та Плану дій – пріоритетом транскордонного співробітництва [1].

У постанові КМУ «Державна Програма розвитку транскордонного співробітництва на 2021 - 2027 роки» відмічається, що станом на 2021 рік на території України створено дев'ять єврорегіонів, у тому числі Нижній Дунай. При цьому важливим напрямом транскордонного співробітництва є активізація участі України у реалізації Стратегії Європейського Союзу для Дунайського регіону та Дунайської транснаціональної програми. Згідно з п. 5 даної постанови, основним завданням є сприяння охороні навколишнього природного середовища, забезпеченню екологічної безпеки, раціональному використанню природних ресурсів, ефективному управлінню екологічними ризиками, пом'якшенню наслідків та адаптації до зміни клімату [2].

Транскордонне положення річок часто позначається на умовах існування й розмноження іхтіофауни, яка в них мешкає. Однією з основних умов, що забезпечує існування популяцій риб, є ефективне природне відтворення, забезпечення умов для їх виживання й нагулу.

Необхідність моніторингу стану іхтіофауни Дунаю була встановлена давно. Ще у 1958 р. було укладено Угоду, стаття 8 якої передбачає, що в інтересах здійснення раціонального рибальства та забезпечення нормального розмноження й збереження цінних видів риб Договірні Сторони будуть взаємно та своєчасно обмінюватися інформацією про улови й міграції риб [8].



Станом на 2009 рік у басейні р. Дунай відмічалось 932 перешкоди для міграції риб. Тому одним з пріоритетних напрямків на території дунайського басейну є забезпечення безперешкодної міграції для тих видів риб, які мігрують на великі й середні відстані по річці Дунай та пов'язаним з нею іншим річкам [9].

З метою збереження транскордонних рибних запасів, запасів мігруючих і далеко мігруючих риб, технічне керівництво ФАО з рибного господарства у внутрішніх водоймах рекомендує проводити необхідні заходи таким чином, щоб вони були сумісними для сусідніх країн. Сумісність досягається таким чином, щоб були враховані права, компетенція та інтереси зацікавлених держав [15].

З 2015 року УКРНДІЕП пропонує проводити Спільний українсько-румунський транскордонний моніторинг екологічного стану дельти Дунаю, до складу якого повинен входити моніторинг іхтіофауни [17, 18].

Мета моніторингу іхтіофауни Дунаю полягає у дослідженні впливу гідротехнічного будівництва, рибальства та навігаційних дій на мігруючі й аборигенні види риб, і розробці рекомендацій щодо організації й регулювання рибпромислової діяльності.

*До основних завдань моніторингу іхтіофауни Дунаю* відносяться:

- оцінка стану популяцій мігруючих і аборигенних видів риб;
- оцінка статусу природних нерестовищ та ареалів розмноження молоді риби мігруючих видів;
- оцінка впливів, пов'язаних з поновленням і експлуатацією навігації у дельті Дунаю, на мігруючі та аборигенні види риб і комерційну рибогосподарську діяльність;
- розроблення відповідних рекомендацій щодо організації комерційної рибогосподарської діяльності та управління рибним промыслом у дельті Дунаю;
- оцінка збитків, заподіяних рибальству браконьєрством, гідротехнічними діями за звітний період на підставі фактичних даних моніторингу, зокрема польових досліджень.

*Основні види діяльності стосовно оцінки збитків* включають:

- збір та узагальнення даних про стан промыслових видів риб на підставі інформації, зібраної під час польових досліджень;
- збір та узагальнення статистичних даних про комерційне рибальство;
- огляд молоді риби мігруючих видів для оцінки стану природного відтворення (DDBRA- станція моніторингу Ісакча, Вилкове - Одеса Центр SSIFO);
- розробку пропозицій щодо запобігання та мінімізації наслідків відновлення й експлуатації навігаційних маршрутів для іхтіофауни.

При цьому українська Сторона пропонує моніторинг молоді мігруючих риб у гирлі Бистре, Суліна та Георгіївське. Офіційної відповіді (пропозицій румунської Сторони) на теперішній час УКРНДІЕП не має.

### **Можливість використання риб в якості біоіндикаторів екологічного стану транскордонних ділянок річок**

Показники стану іхтіоценозів і окремих видів риб можна використовувати для отримання інтегральної оцінки в якості біоіндикаторів, склад і велика кількість яких дає досить повне уявлення про стан екосистеми в цілому.

При цьому рибогосподарський моніторинг водотоків, особливо на їх транскордонних ділянках, часто виділяється із загальної програми моніторингу стану навколишнього середовища у самостійний напрямок.

Вивчення іхтіофауни важливо з кількох причин.

По-перше, риби є вершиною харчового ланцюга у річковій екосистемі, тому здатні накопичувати токсичні речовини. При цьому багато видів риб є об'єктами промислу, що може негативно позначитися на стані здоров'я населення, яке проживає поблизу річок.

По-друге, за станом іхтіофауни та еколого-морфологічними характеристиками окремих видів можна досліджувати механізми реакції риб на різні рівні антропогенного впливу. Це дозволяє прогнозувати розвиток річкової екосистеми та розробляти рекомендації, які стосуються коригування ситуації, що склалася, у напрямку покращення.

По-третє, стан іхтіофауни на транскордонних ділянках річок входить до 15 базових показників за 5 тематичними групами програми Організації Об'єднаних Націй щодо навколишнього середовища (ЮНЕП).

При цьому акцентується увага на тому, що для транскордонних річкових басейнів величини багатьох ризиків будуть зростати протягом найближчих 15-30 років в умовах зміни клімату, соціально-економічного розвитку й збільшення чисельності населення [19].

### **Зміни видової різноманітності риб української частини дельти Дунаю, пов'язані з транскордонним впливом, у тому числі інвазіями риб**

Басейн р. Дунай є "самим міжнародним" річковим басейном у світі, оскільки знаходиться під спільною юрисдикцією 19 країн.

Станом на 2009 рік було визначено 932 чинники, які продовжують створювати перешкоди для міграції риб і відносяться до категорії серйозних факторів навантаження. У той

же час відмічається, що антропогенні перешкоди й порушення структури ареалів не повинні заважати міграції та нересту іхтіофауни, а осетер і кілька інших видів мігруючих риб повинні мати безперешкодний доступ до Дунаю та його приток. Останні повинні бути представлені популяціями, які можуть самостійно підтримуватися відповідно до їх історичного розподілу. Одним з пріоритетних напрямків на території дунайського басейну є забезпечення безперешкодної міграції для тих видів риб, які мігрують на великі й середні відстані по р. Дунай і сполученим з нею іншим річкам.

Аналіз факторів навантаження, здійснений у рамках Плану управління басейном річки Дунай, показав, що ключовими причинами, які сприяють поступовому порушенню цілісності річки й ареалів мешкання риб у басейні Дунаю, є захист від повеней (45 %), виробництво гідроелектроенергії (45 %) та системи водопостачання (10 %). З 1688 об'єктів, які порушують цілісність річки й ареалів мешкання, близько 600 складають греблі та загати, 729 - протиерозійні насипи/греблі, а 359 віднесені до інших видів об'єктів, що порушують цілісність річкової екосистеми. 756 об'єктів забезпечені спеціальними пристосуваннями, які полегшують міграцію риби. Таким чином, станом на 2009 рік 932 об'єкти порушують цілісність річки та продовжують створювати перешкоди для міграції риб. У даний час ці чинники віднесені до категорії серйозних чинників навантаження. У грудні 2007 р. Республіка Молдова, Румунія та Україна підписали «Спільну декларацію про створення програми природокористування в дельті Дунаю для забезпечення сталого екологічного розвитку регіону», яка стала для цих трьох країн фундаментом співробітництва, спрямованого на забезпечення доброго екологічного стану дельти Дунаю та здійснення завдань, визначених у ВРД. Румунія та Україна підтримують регулярну транскордонну взаємодію у зв'язку з Транскордонним біосферним заповідником і територіями, охопленими Рамсарською конвенцією, зокрема, у сфері інвентаризації та моніторингу (наприклад, публікуються переліки видів рослин і водоплавних птахів). [21]

У роботі П. Симонович підкреслюється, що вплив греблі Залізні Ворота I на видове різноманіття та біомасу риб і, відповідно, на рибний промисел було виявлено набагато вище греблі за течією. Відзначалося, що в результаті посиленого замулення збільшилися різноманітність і доступність середовища існування риб, а також зросла первинна продуктивність. Однак ця умовна користь була зведена нанівець зміною структури угруповання риб, в якому переважно реофільні види риб були замінені потамодронними, а аборигенні - неаборигенними. Це призвело до змін у рибпромисловій галузі: у риболовецьких снастях, об'єктах лову, наявності рибних продуктів на ринку та споживчих звичках. Скорочення заплачних зон дуже позначилося на рибальстві. Це показав аналіз прикладу річки

Сава, де продуктивність залишилася задовільною на тих ділянках річки, де зберігся зв'язок із заплавою. Рибопропускні споруди головним чином не є реальним вирішенням проблеми прохідності великих гребель і гідроелектростанцій для риб через їх гідроморфологічні, екологічні або пов'язані з життєвим циклом потреби, особливо під час їх скату. Відсутність зв'язності річки і/або нездатність каспійсько-чорноморських оселедців і осетрових піднятися крізь греблі Залізні ворота I і II на Дунаї до своїх історичних нерестовищ, розташованих вище за течією, перетворили їх на одні з найбільш рідкісних видів чорноморського регіону [22].

У той же час відзначається, що на Дунаї існує 863 км вільної річки, де першим бар'єром є гребля Залізні ворота II. У цю частину Дунаю все ще піднімаються з Чорного моря три анадромних види осетрових (білуга *Huso huso*, російський осетер *Acipenser gueldenstaedtii*, севрюга *Acipenser stellatus*) і два види каспійсько-чорноморських оселедців (чорноморський оселедець *Alosa pontica*, та азовський пузанок *Alosa tanaica*). За класифікацією Червоного списку МСОП (Міжнародного союзу охорони природи) три згадані види осетрових перебувають на межі зникнення, чорноморський оселедець є вразливим видом, а азовський пузанок - видом з найменшою загрозою.

Основними загрозами для осетрових є перелов через цінну осетрову ікру та незаконний промисел. Другими за значимістю загрозами є будівництво гребель, а також модифікація річок в інтересах навігації та інших цілей. Основні проблеми пов'язані з контролем за незаконним рибальством і програмами моніторингу цих видів у різних країнах і відсутністю узгодження та координації їх управління в регіоні Нижнього Дунаю. На противагу осетровим, відносно яких в інтернеті є презентації про діяльність, пов'язану з їх статусом і науковими дослідженнями, щодо каспійсько-чорноморського оселедця подібні дані відсутні, незважаючи на те, що вони теж здійснюють свій внесок до місцевої економіки [23].

Крім перешкод міграцій, великої шкоди різноманіттю риб української частини дельти Дунаю завдають інвазії чужорідних видів риб. Тільки за 1980-2004 роки в районі дельти Дунаю виявлені, не беручи до уваги одноклітинні водорості, вищі водні рослини *Azolla caroliniana* та *A. filiculoides*, гребневики *Mnemiopsis leidyi* і *Beroe ovata*, молюски *Mya arenaria*, *Scapharca inaequivalvis*, *Corbicula fluminalis* та *Synanodonta wudiana*, краби *Rithropanopeus harrisi tridentatus* і *Eriocheir sinensis*, риба піленгас (*Mugil soiyu*). При цьому основною причиною появи у складі ценозів річки нових видів вважається скидання частини баластних вод для придбання судном оптимальної плавучості у прісній воді при його входженні з моря в річку [24].

Риби – найважливіший елемент фауни гирлової частини Дунаю. Значні розміри прісноводних і солонуватих акваторій, сприятливі трофічні умови зумовили високу біологічну

різноманітність і щільність іхтіофауни. Рибні запаси гирла Дунаю - один з головних природних ресурсів цього регіону, важливий об'єкт господарської діяльності – вилову та переробки.

Поява інвазійних чужорідних прісноводних видів риб є однією з найважливіших загроз аборигенній прісноводній іхтіофауні Дунаю. Поява вселення таких видів знижує різноманітність аборигенних прісноводних видів риб і вважається важливим фактором біотичної гомогенізації у широких просторових масштабах.

Протягом більш ніж 100 років басейн Дунаю зазнає величезного навантаження через інвазії риб, які почалися у ХІХ столітті й продовжуються зараз. Основний маршрут інтродукції у басейн Дунаю проходить крізь Південний коридор інвазії, що з'єднує басейни Чорного та Північного морів через водний шлях Рейн-Майн-Дунай, включаючи канал Майн-Дунай. У Південному інвазійному коридорі було виявлено 41 чужорідний вид риб, з яких 20 були знайдені в основному руслі Дунаю.

В управлінні чисельністю інвазійних видів риб існують численні труднощі. Літературні дані вказують на те, що є лише одна можливість ефективної боротьби з цими видами риб, а саме, коли вони ще тільки з'явилися та їх поширення обмежене. На цьому етапі можуть бути прийняті управлінські заходи стосовно обмеження їх поширення у природі та зниження їх впливу на місцеві види й екосистеми.

**Запропоновані дії проти надзвичайних випадків (НВ)**, у тому числі пов'язаних з інвазійними видами, у басейні Дунаю включають наступне:

- оцінку впливу на екосистему;
- виявлення екологічно чистих методів боротьби з НВ;
- обмеження й запобігання поширенню та впливів НВ;
- пріоритизацію річкових басейнів на підставі впливів НВ;
- підтримання досліджень для виявлення екологічно обґрунтованих методів контролю популяцій інвазійних видів або їх повного знищення;
- створення регіональної мережі щодо інвазійних видів у басейні Дунаю;
- створення систем моніторингу, раннього виявлення та попередження;
- розробку економічно ефективних і реалістичних підходів до управління місцями мешкання риб і їх відновлення;
- підвищення рівня інформованості громадськості про загрози, пов'язані з чужорідними видами.

Для ефективного управління чисельністю інвазійних видів риб найбільш важливі міжнародне співробітництво та загальна нормативна база, які у дунайському регіоні зараз

відсутні. Важливість такої роботи підтверджується, зокрема, виявленням влітку 2021 р. африканського сому, який потрапив у річку, імовірно, з якогось рибного господарства та може завдати великої шкоди іхтіофауні Дунаю [26].

Таким чином, отримані дані свідчать, що на даний час іхтіологічні дослідження транскордонних річок мають велику актуальність.

Пропозиції щодо моніторингу іхтіофауни повинні включати:

- аналіз стану популяцій мігруючих і аборигенних видів риб;
- визначення статусу природних нерестовищ туводних видів риб і місць концентрації молоді мігруючих видів риб;
- оцінку впливів, пов'язаних з гідротехнічними роботами на території трьох країн, у тому числі з відновленням навігації у дельті Дунаю, на мігруючі й аборигенні види риб і комерційну рибогосподарську діяльність;
- створення відповідних рекомендацій з організації комерційної рибогосподарської діяльності та управління рибним промыслом у дельті Дунаю;
- виявлення видової різноманітності й аналіз змін складу іхтіофауни;
- оцінку збитків, заподіяних рибальству браконьєрством і гідротехнічними роботами за звітний період, на підставі фактичних даних від польових досліджень і результатів моніторингу.

***Обмеження, що рекомендуються при здійсненні днопоглиблювальних робіт у періоді дії спеціалізованих нерестових заборон на промысел***

1. У період нерестових заборон експлуатаційні днопоглиблювальні роботи необхідно проводити за технологічною схемою, яка спрямована на мінімізацію негативного впливу та передбачає зменшення площ і обсягів днопоглиблення у період дії нерестових заборон на цінні промислові види, особливо на камбалу-калкан.

2. У періоди, які частково співпадають з нерестовими заборонами, експлуатаційні днопоглиблювальні роботи проводитимуться на антропогенно змінених акваторіях морського підхідного каналу ГСХ «Дунай-Чорне море» і морського підводного відвалу у прилеглій до авандельти Дунаю ПЗЧМ, що характеризуються складним різко змінним гідролого-гідрохімічним режимом. Роботи необхідно здійснювати за технологічною схемою, спрямованою на мінімізацію негативного впливу, та передбачати зменшення площ і об'ємів днопоглиблення у період дії нерестових заборон на цінні промислові види.

3. З метою зниження негативного впливу на умови відтворення риб доцільно у період заборони на промысел камбали-калкан (травень) і азово-чорноморської кефалі (кінець серпня

– початок вересня) днопоглиблення вести на морській частині підхідного каналу, прилеглій до гирла Бистре (найбільш розпріснена ділянка).

4. Експлуатацію відвалу проводити відповідно до проектних рішень, спрямованих на рівномірне заповнення підводного відвалу по рекомендованих завантажувальних ділянках.

5. Обмежувати об'єми днопоглиблювальних робіт у нерестові періоди узгодженими в обґрунтуванні для кожного конкретного виду, який зазнає впливу, мінімально необхідними виробничими величинами для забезпечення безпеки мореплавання.

6. Для зменшення технологічних втрат при днопоглибленні й транспортуванні ґрунту передбачати роботу без переливу зі скиданням відстояних освітлених вод.

7. З метою зниження зони негативного впливу днопоглиблювальних робіт шляхом зменшення зони розповсюдження суспензій на період несприятливих метеоумов (НМУ) розробка ґрунту припиняється.

8. Для оцінки реального фактичного впливу робіт їх виконання повинне супроводжуватися спеціалізованими моніторинговими дослідженнями.

З метою оцінки масштабів впливу на умови відтворення та нагулу водних живих ресурсів можливості проведення днопоглиблювальних робіт у терміни спеціалізованих нерестових заборон на промисел у Чорному морі та р. Дунай зі скидом ґрунтів на морський підводний відвал, розташований у ПЗЧМ, виконано «Попередній розрахунок збитків, що завдаються компонентам навколишнього природного середовища внаслідок експлуатаційних робіт на трасі морського підхідного каналу ГСХ р. Дунай-Чорне море та при складуванні вилученого ґрунту на 2021 р.» (спільно з ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ).



**Appendix 4**  
to the Procedure for submitting documentation  
for providing an environmental impact  
assessment  
opinion and financing the assessment of  
environmental impact

**REPORT**  
of environmental impact assessment  
for the planned activity "**Reconstruction of construction projects**  
**"Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea**  
**in the Ukrainian part of the delta"**

2020645896  
(case registration number  
on environmental impact assessment  
of the planned activities)

Executing agency:

SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTION "UKRAINIAN SCIENTIFIC  
AND RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS"

(USRIEP)

Director

doctor of geography, professor



A.V. Hrytsenko

Kharkiv – 2023



## CONTENT

	page
Introduction .....	6
1 Description of the planned activity for the reconstruction of the construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" .....	8
1.1 Description of the place of implementation of the planned activity .....	8
1.2 Goals of the planned activity .....	11
1.3 Description of the characteristics of activities during the implementation of preparatory and construction works and implementation of the planned activity .....	11
1.3.1 Dredging and storage of dredging soils .....	13
1.3.2 Hydrotechnical structures .....	27
1.3.3 Ensuring navigation .....	28
1.4 Description of the main characteristics of the planned activity .....	32
1.5 Assessment by types and amount of expected waste, emissions, discharges and other impact factors during the construction period and during the implementation of the planned activity .....	40
1.5.1 Assessment by amount of waste .....	40
1.5.2 Assessment by the amount of emissions .....	45
1.5.3 Assessment of water pollution .....	50
1.5.4 Assessment of air pollution .....	54
1.5.5 Assessment of soil and subsoil contamination .....	69
1.5.6 Assessment of noise, vibration, light, heat and radiation pollution, as well as radiation .....	70
1.6 Assessment of changes in the hydrological parameters of the arms and the front edge of the delta .....	73
1.7 Assessment of the volume of the dredging works during operational period .....	77
2. Description of justified alternatives .....	79
2.1 Description of the previously considered alternatives of the planned activity of a geographical nature and the main reasons for choosing the route of the DWNFF (deep-water navigation fairway) Danube river - Black sea on the Ukrainian section of the Bystre arm of the delta .....	79
2.2 Description of alternatives for the composition of hydrotechnical structures .....	109
3 Description of the current state of the environment and its probable change without the implementation of the planned activity .....	112
3.1 Climatic characteristics .....	112
3.2 Meteorological regime .....	113
3.3 Hydrological regime .....	117
3.4 Soil conditions .....	126
3.5 Hydrochemical conditions .....	131
3.6 State of flora and fauna .....	133
3.7 Environmental and social conditions and population health .....	138
3.8 Probable changes in the current state of the environment without implementation of the planned activity .....	169
4 Description of environmental factors likely to be affected by the planned activity and its alternative options, including public health .....	171
4.1 State of the fauna .....	171

4.2 State of the flora .....	192
4.3 State of biodiversity .....	200
4.4 State of ground .....	206
4.5 State of the water environment.....	208
4.5.1 Arrays of surface waters.....	208
4.5.2 The main natural factors affecting the formation of hydrogeological conditions in the floodplain of the Kiliya arm within the delta of the Danube river.....	228
4.6 Air condition .....	253
4.7 Climatic factors .....	253
4.8 Objects of the nature reserve fund and territories that have a special nature conservation value .....	254
4.9 Material objects, including architectural, archaeological and cultural heritage.....	274
4.10 Landscape.....	276
4.11 Socio-economic conditions .....	280
4.12 Interrelationships between factors, including population health.....	320
5 Description and evaluation of the possible impact on the environment of the planned activity.	327
5.1 Possible impact due to the implementation of preparatory and construction works and the implementation of planned activities .....	334
5.2 Possible impact caused by the use of natural resources in the process of carrying out the planned activity, in particular land, soil, water and biodiversity .....	346
5.3 Possible impact caused by emissions and discharges of pollutants, noise, vibration, light, heat and radiation pollution, radiation and other impact factors, as well as the implementation of operations in the field of waste management.....	346
5.4 Possible impact caused by risks to people's health, cultural heritage objects and the environment, including due to the possibility of emergency situations.....	357
5.5 The possible impact caused by the cumulative impact of other existing objects, planned activities and objects for which a decision has been made to carry out the planned activity, taking into account all existing environmental problems associated with territories of special environmental importance, which may be affected or on which natural resources may be exploited.....	364
5.6 Possible impact due to the impact of the planned activity on the climate, including the nature and scale of greenhouse gas emissions, and the sensitivity of the activity to climate change.....	389
5.7 Possible impact due to technology and substances used.....	390
5.8 Summary assessment of the DWNF reconstruction environmental impact.....	391
6 Description of the forecasting methods used to assess the environmental impact.....	396
6.1 Methods and techniques of data collection and primary analysis for forecasting .....	396
6.2 Methods of analysing the state of the environment and assessing impacts .....	448
6.3 Data processing methods for forecasting .....	485
6.4 Forecasting methods.....	490
7 Description of planned measures aimed at prevention, diversion, avoidance, reduction, elimination of significant negative environmental impact, including compensatory measures ....	516
7.1 Measures to minimize the environmental impact of works on the reconstruction of the DWNF Danube river - Black sea .....	516
7.1.1 Measures to minimize the impact of works in the offshore part of the DWNF and	516

dumping on the offshore hydraulic dump .....	
7.1.2 Measures to minimize the impact of dredging works and storage in coastal dumps in the river part of the DWNF Danube river - Black sea .....	518
7.2 Measures to minimize the impact of the planned activity on the ecosystems of the DBR and other territories of the NRF and the Emerald network .....	520
7.3 Proposals for reducing the cumulative impact of planned activities on water quality and ichthyofauna, including in a transboundary context .....	521
7.4 Proposals for improving the monitoring system in the Danube Delta .....	522
7.5 Plan of measures to minimize possible negative impacts during the implementation of the project of reconstruction of the DWNF Danube river - Black sea and compensatory measures...	524
8 Description of the expected significant negative impact of the activity on the environment, due to the vulnerability of the project to the risks of emergency situations, measures to prevent or mitigate the impact of emergency situations on the environment and measures to respond to emergency .....	528
9 Assessment of transborder impact.....	545
9.1 Characterization of conditions and elements of the environment in the zone of influence of DWNF .....	545
9.1.1 Ukrainian part of the Danube Delta .....	545
9.1.2 The Romanian section of the Danube Delta.....	554
9.2 Determination of environmental factors that are affected by the planned activity and possible environmental consequences.....	569
9.3 List of possible transboundary impacts of DWNF on the environment in accordance with the conclusions of the Commission on the request, selection of key factors of impacts in the transboundary context .....	574
9.4 Results of studies of the influence of the configurations of the dams of the sea approach channel during the reconstruction of the DWNF on the redistribution of the flow between the arms of the Danube Delta.....	576
9.5 Simulation results of the spread of a patch of increased turbidity from dumping on a sea dump of soil under the action of along-shore southerly currents .....	592
9.6 Results of model studies of the influence of the sea approach channel of the DWNF and the enclosing dam on the alongshore transport of sediments .....	606
9.7 Results of assessment of the impact of the stream directing dam on the flows and water levels in the Bystre and Starostambulskyi arms .....	630
9.8 Calculation results of the increase in the concentration of suspended substances downstream from the dredging sites .....	632
9.9 Transboundary aspects of the impact of the placement of soil dumps, dredging operations and the creation of coastal protection structures on ichthy and avifauna due to the loss of their habitats based on the results of field studies .....	637
9.10 Analysis of the structure of possible cross-border cumulative impacts of shipping, habitat loss and/or disturbance to fish and bird life and evaluation of the effectiveness of mitigation measures .....	649
10 Difficulties identified in the process of preparing an environmental impact assessment report .....	652
11 Remarks and suggestions provided in the process of public discussion and consultations with the affected Party to the planned activity, the scope of research and the level of detail of information to be included in the report on the EIA (environmental impact assessment).....	653
11.1 Table of comments and suggestions of the public to the planned activity, the scope of research and the level of detail of information.....	653
11.2 Table of taking into account the comments and suggestions of the affected Party to the	660

planned activity, the scope of research and the level of detail of information, including conducting research according to the post-project analysis procedure .....	
12 Brief content of monitoring programs and control over the environmental impact during the implementation of planned activities and post-project monitoring plans .....	669
13 Non-technical summary .....	688
14 List of references .....	701
Appendix A Notification of the planned activity and its placement in mass media .....	724
Appendix B Technical task .....	740
Appendix C Results of studies of hydrochemical indicators of the state of the Ukrainian part of the Danube river .....	743
Appendix D Results of studies of the gross content of heavy metals in water and bottom sediments of the Ukrainian part of the Danube river and its arms .....	822
Appendix E Species composition, relative abundance and protection status of mammals of the DBR fauna.....	844
Appendix F Species of migratory birds found in the north-eastern part of the Danube Delta.....	848
Appendix G List of freshwater fish species found in the territory of the delta (in the Ukrainian and Romanian parts), protection status and relevant ecological associations.....	857
Appendix H List and classification of areas of the marine zone of the BRDD (Biosphere Reserve of the Danube Delta), which are of pan-European importance as habitats of various species of flora and fauna.....	863
Appendix I List and description of Natura 2000 sites in the Romanian part of the Danube Delta	868
Appendix J Monitoring Programs .....	891
Appendix K Monitoring annotated final reports for the years 2020 – 2022 .....	975
Appendix L Calculation of the dispersion of emissions from coastal hydraulic dumps.....	1110
Appendix M Calculations of compensation for damages to fish stocks and the aquatic environment.....	1123
Appendix N Suggestions for preventing negative impact of other types of economic activity on the environment of the Danube Delta, including in the cross-border context based on the results of hydrochemical studies .....	1147
Appendix O Proposals for the prevention of negative impact on the environment of the Danube Delta, including in the transboundary context, based on the results of ichthyological studies.....	1151

## INTRODUCTION

The grounds for designing the planned activity were:

- the decision of the Interagency Coordination Council (ICC) on the implementation in Ukraine of the Convention on environmental impact assessment in a cross-border context (Espoo Convention), which, in accordance with the decisions of the 6th meeting of the Parties to the Espoo Convention, cancelled the final decision on the implementation by Ukraine of the project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta. Full development" (Minutes of the ICC meeting dated 05/21/2018);

- Minutes of the meeting chaired by Yu.F. Lavrenyuk, Deputy Minister of Infrastructure of Ukraine. regarding the discussion of the economic feasibility and further implementation of the project "Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" dated 10/23/2018;

- decision of the VIII session of the meeting of the parties to the Espoo Convention on December 8-11, 2020. which calls on the Government of Ukraine to ensure that the planned activity - the new Bystre mouth project - covers stages I and II of the Bystre mouth project and requests that all subsequent stages of the cross-border environmental impact assessment procedure for the new project be carried out shipping passage through the "Bystre" mouth in accordance with its obligations under the Espoo Convention.

On June 16, 2020, the State Enterprise "Seaports Administration of Ukraine" represented by the Delta-Pilot Branch SE USPA began the procedure of environmental impact assessment by publishing a notice on the planned activity, which is subject to environmental impact assessment, regarding the planned activity "Reconstruction of construction sites "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian section of the delta" and its placement in the "Unified Register of Environmental Impact Assessment" <http://eia.menr.gov.ua/uk/case/id-5896> (case number in the register 2020645896) and publication in regional and local mass media (Appendix A).

SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTION "UKRAINIAN SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS" was engaged to conduct studies on environmental impact assessment of planned activities and develop a report on EIA (environmental impact assessment) general designer State Enterprise "State Design Research and Research Institute of Sea Transport "CHORNOMORNDIPROEKT" SE "CHORNOMORNDIPROEKT" (UKRNDIEP) (Appendix B).

When assessing the impact on the environment of the planned activity "Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea

in the Ukrainian part of the delta" it was taken into account that under the conditions of the place of its implementation (proximity to the territory of the Danube Biosphere Reserve, which is part of the bilateral Ukrainian-Romanian reserve in the Danube Delta, and dredging in the Kiliya branch, the fairway of which passes the border between Ukraine and Romania) all environmental impacts must be considered in a cross-border aspect in accordance with the requirements of the Espoo Convention.

The comments of the Romanian side and the public regarding the reflection in the Environmental Impact Assessment Report of the results of the previously conducted consideration of options for the DWNF route and the conclusions of the Inquiry Commission, which worked in 2006, were also taken into account.

These materials, as well as the results of in-depth studies, which, based on the conclusions of the Commission at the request and the comments of the Romanian Party, were conducted and are being conducted as part of additional studies, are included in the Report on EIA in chapters 2 and 9, as well as in the Summary of a non-technical nature (chapter. 13).

A summary assessment of the impact of the planned activity is presented in subsection 5.8.

A summary assessment of cross-border impacts in the context of the Commission's conclusions on the request is contained in section 13.

Based on the fact that the impacts on the environment of the planned activity under the project "Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation channel Danube river - Black sea in the Ukrainian section of the delta" cover the predicted impacts from the implementation of the project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea on the Ukrainian section of the delta" for stage 1 and for full development (stages I and II of the Bystre canal project according to the terminology of the Meeting of the Parties to the Espoo Convention), the report on EIA takes into account the results of assessments made in sections on environmental impact assessment (EIA) as part of the mentioned previous project.

First of all, this concerns the materials of the two-volume report "Assessment of probable cross-border impacts on the environment of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta. Redaction 2. Appendix to the EIA as part of the work project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta. Full development", developed by UKRNDIEP with co-implementers in 2009.

# **1 DESCRIPTION OF THE PLANNED ACTIVITY FOR THE RECONSTRUCTION OF CONSTRUCTION PROJECTS "ARRANGEMENT OF THE DEEP-WATER NAVIGATION FAIRWAY DANUBE RIVER - BLACK SEA IN THE UKRAINIAN SECTION OF THE DELTA"**

## **1.1 Description of the place of planned activity**

The planned activity is focused on the Ukrainian section of the Danube Delta, formed when the river flows into the Black Sea. The DWNF route runs through the Kiliya arm from its beginning (Cape Izmailskyi Chatal), the Starostambulskyi arm to the branching with the Bystre arm and then the Bystre arm (synonyms - Bystre mouth, Novostambulskyi mouth) and the adjacent part of the coast (Figure 1.1). The surface of the floodplain is heavily swamped and difficult to pass, cut by a dense network of numerous canals and lakes. Along the channel of the arms, there are floodplains that gradually merge with the floodplains of the delta islands and are thick thickets of aquatic vegetation, mainly reeds. The following hydrographic objects limiting navigation are characteristic of the Danube Delta: not very wide arms (mouths), curved and usually shallow mouths of arms, spillways, shallow mouth bars.

The width of the arms in the Danube delta mainly depends on the channel-forming flow of water in the arm and varies from 100 to 400 m in the navigable arms<sup>3</sup>. The narrowness of the arms often forces only one-way movement of vessels. The problem of the guaranteed width of the channel and the ship's course is the main task when choosing a shipping arm. Adverse conditions at the entrance to the arm usually increase as the arm loses activity and dies. Water transport problems in these cases are solved either by choosing another arm for navigation, or by dredging and remedial works near the sources of the considered arm.

Weirs are a common form of channel topography on flat rivers. Floods in the Danube delta are usually confined to places of significant channel widening (for example, at 62 - 64, 56 - 58, 47 - 48 miles of the Danube, 52 -54, 60 - 63 km in the Kiliya arm), to places of outcrop of hard-to-wash rocks (for example, clay at 46-49 km in the area of the city of Kiliya and at 36-39 km, above the island Maikan), to areas of strong channel curvature below a large junction (for example, the Vylkove roll at 16-18 km, below the source of the Ochakiv arm).

The depth in the shallowest reaches at the mouth of the Danube can drop to 3÷5 m. The problem of improving navigational conditions on the slipways should be solved by setting up a suitable navigational situation or constructing openings. Shallow mouth bars represent the most serious problem for transit shipping from the Danube to the Black Sea and back. The problem of navigation through mouth bars should be solved by combining dredging and channel correction works (Fig. 1.2).

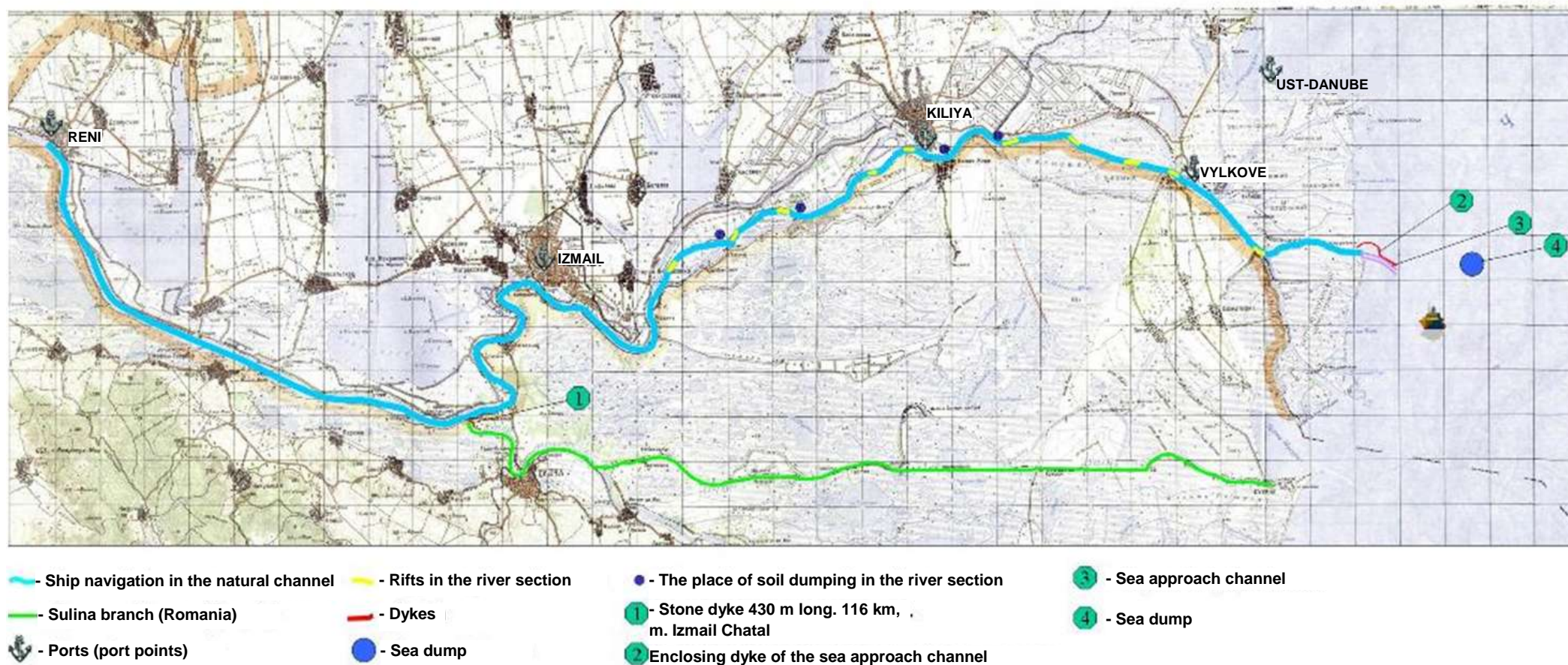


Figure 1.1 Situational map-diagram of the place of implementation of the planned activity





**Figure 1.2 Bar section of Bystre arm (existing condition)**

## **1.2 Goals of the planned activity**

The goals of the planned activity are:

- restore national and international navigation on the Ukrainian section of the DWNF of the river Danube - Black Sea (along the route of the 7th international transport corridor)
- create favourable conditions for the work of national shipping companies, ports, shipbuilding and ship repair plants;
- to stimulate the economic recovery of the maritime complex of the Ukrainian Danube region;
- to ensure the diversification of export flows of products of the Ukrainian agro-industrial complex in the conditions of a military confrontation with Russia.

## **1.3 Description of the characteristics of the activity during the implementation of preparatory and construction works and the implementation of the planned activity**

As of August 2020, the DWNF constructions consist of sea and river parts. The sea part includes a Sea Approach Channel, a barrier dam and a marine dump of dredged soils.

The river part consists of sections:

- sea - town Vylkove (1.0-20.5 km), passes through the Bystre and Starostambulskyi arms;
- town Vylkove - Cape Izmailskyi Chatal (20.5-116 km), passes through the Kiliya arm;
- Cape Izmailskyi Chatal - town Reni (state border of Ukraine) (116.0-170.36 km), passes along the river Danube.

The river part does not go beyond the boundaries of natural channels, has no paved areas and hydrotechnical structures.

The currently existing depths on the sea approach channel allow the passage of vessels with a draft of no more than 4.0 m. The direction of the channel route is 128-308°, the movement of ships is one-way.

On the section of the shipping lane from the sea to the outlet of the Bystre arm at the 1st stage, there is also one-way traffic of vessels. In the section from the source of the Bystre arm to the town of Vylkove, the natural dimensions of the Starostambulskyi arm ensure the passage of ships with a draft of more than 4.0 m, and the width of the shipping lane significantly exceeds the calculated one (120 m), necessary for two-way passage of ships.

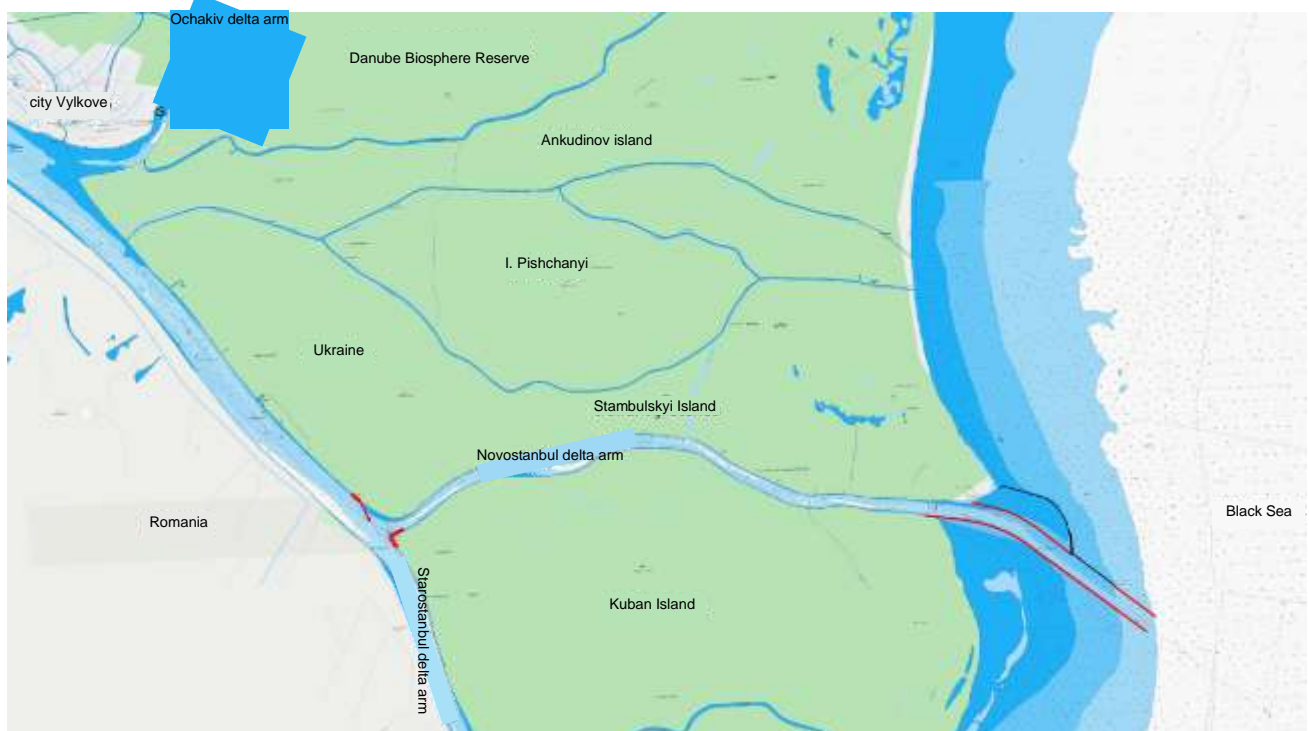
Two-way traffic of vessels on the section of the waterway from Vylkove to Izmailskyi Chatal. At the first stage, dredging works were not carried out on the section from Izmailskyi Chatal to the mouth of the river Prut, as the design dimensions of the shipping channel are provided throughout this section.

The reconstruction of the construction sites is planned in parallel with the allocation of launch complexes (LC).

The technical characteristics of the construction of the first LC are adopted in accordance with the actually achieved parameters of the DWNF. Based on this, the parameters of the calculated vessel are determined. As part of the first LC, the construction of an enclosing dam on the northern side of the Sea Approach Channel with a length of 1,670 m, the arrangement of coastal dumps and the construction of a stream directing dam with shore fortifications on 11 km of the shipping lane are foreseen.

As part of the second LC, the reconstruction of the DWNF route with an increase in depth to 7.68 m for the passage of settlement vessels with the following parameters is provided for: length 125.0 m, width 17.0 m and draft 5.0 m and the construction of an enclosing dam on the southern side of the Sea Approach Channel with a length of 2970 m.

As part of the third LC, the reconstruction of the DWNF route with an increase in depth to 10.0 m to ensure the passage of vessels with a draft of up to 7.2 m is provided, and the extension of the barrier dams built as part of the first and second LC by 1,570 m, with access to the sea at depth >10.0 m (Figure 1.3).



**Figure 1.3 Section of the DWNF from the Sea Approach Channel to the town Vylkove after reconstruction**

The planned position of the dams, which was adopted on the basis of the performed mathematical modelling of the hydrological conditions of the area of reconstruction of the marine part of the DWNF, will allow to obtain the calculated speeds and flow rates in the area of the Sea Approach Channel (SAC), which maximally reduce the drift of the Approach Channel and operational dredging.

### **1.3.1 Dredging and storage of dredging soils**

Dredging works during the reconstruction of the DWNF will be carried out in separate water areas with insufficient depths for the passage of estimated vessels.

The creation of a water area (dredging works for scooping) on the DWNF as part of 1 LC is not foreseen. The analysis of the existing depths and the actual achieved parameters on the marine and annual parts of the DWNF correspond safe navigation on the Danube river - Black sea waterway for the specified estimated vessel: length up to 135 m, width - 16.5 m, draft - 4.0 m.

The creation of the water area of the Sea Approach Channel (dredging on the sea side of the DWNF) is provided for in 2 LC and 3 LC, to ensure the navigation of estimated vessels with the appropriate linear parameters:

Length - 125 m, width - 17.0 m, draft - 5.0 m (2 pcs);

length - 125 m, width - 18.1 m, draft - 7.2 m (3 pcs).

At 2LC, it is envisaged to create a 3.059 km long Sea Approach Channel, which consists of two bends.

The first bend with a length of 1,575 km is designed with a bottom width of 85 m and a direction of  $306^{\circ}$ - $126^{\circ}$ . The second bend with a length of 1.484 km is designed with a bottom width of 85 m and has a direction of  $-281^{\circ}$ - $101^{\circ}$ . The bends joint angle is  $27^{\circ}$ . Rounding radius - 2000 m. The width of the channel at the bend is 125 m. The design depth in the sea channel of the DS is 7.2 m (7.68 m in BS), at the bend - 7.62 m (8.10 m in BS).

The area of the water area within the projected catchment of the marine part of the DWNF as part of 2 LCs is about 32.24 ha.

The 3LC is expected to extend the First bend of the Sea Approach Channel to a total length of 3.2 km. Design depth - 9.52 m (10.0 m in BS), at the turn - 10.02 m (10.5 m in BS).

The area of the water area within the projected catchment of the marine part of the DWNF as part of 3 LC is about 36.26 ha.

Creation of the water area within the projected draw of the river part of the DWNF:

in the composition of 2 LC - on the first and second sections, on the area of the water area, within the projected drawing area of about 93.4 hectares, including: on the first plot - about 1.31 hectares, on the second plot - 92.06 hectares;

in the composition of 3 LC - on all sites, on the area of the water area within the projected drawing area of about 464.1 hectares, including: on the first plot - 46.57 hectares, on the second site - about 373.17 hectares, on the third plot - 44.28 hectares.

The total area of the water area within the projected catchment of the DWNF is:

For 2 LC - 124.30 ha;

For 3 LC - 500,285 ha

Implementation of project solutions from "Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" requires the implementation of significant volumes of dredging works, which will be implemented during the implementation of the II and III launch complexes.

The total volume of extracted soil of the II launch complex is 2,517,495 m<sup>3</sup>, III launch complex - 10168955 m<sup>3</sup>. The storage of the main amount of dredging soil on the existing marine hydraulic dump and on the designed hydraulic dump between the existing enclosing dam and the designed northern channel compression dam is foreseen. The dredging soils of the rolling stock of the river part of the DWNF are expected to be deposited on four designed coastal hydraulic dumps.

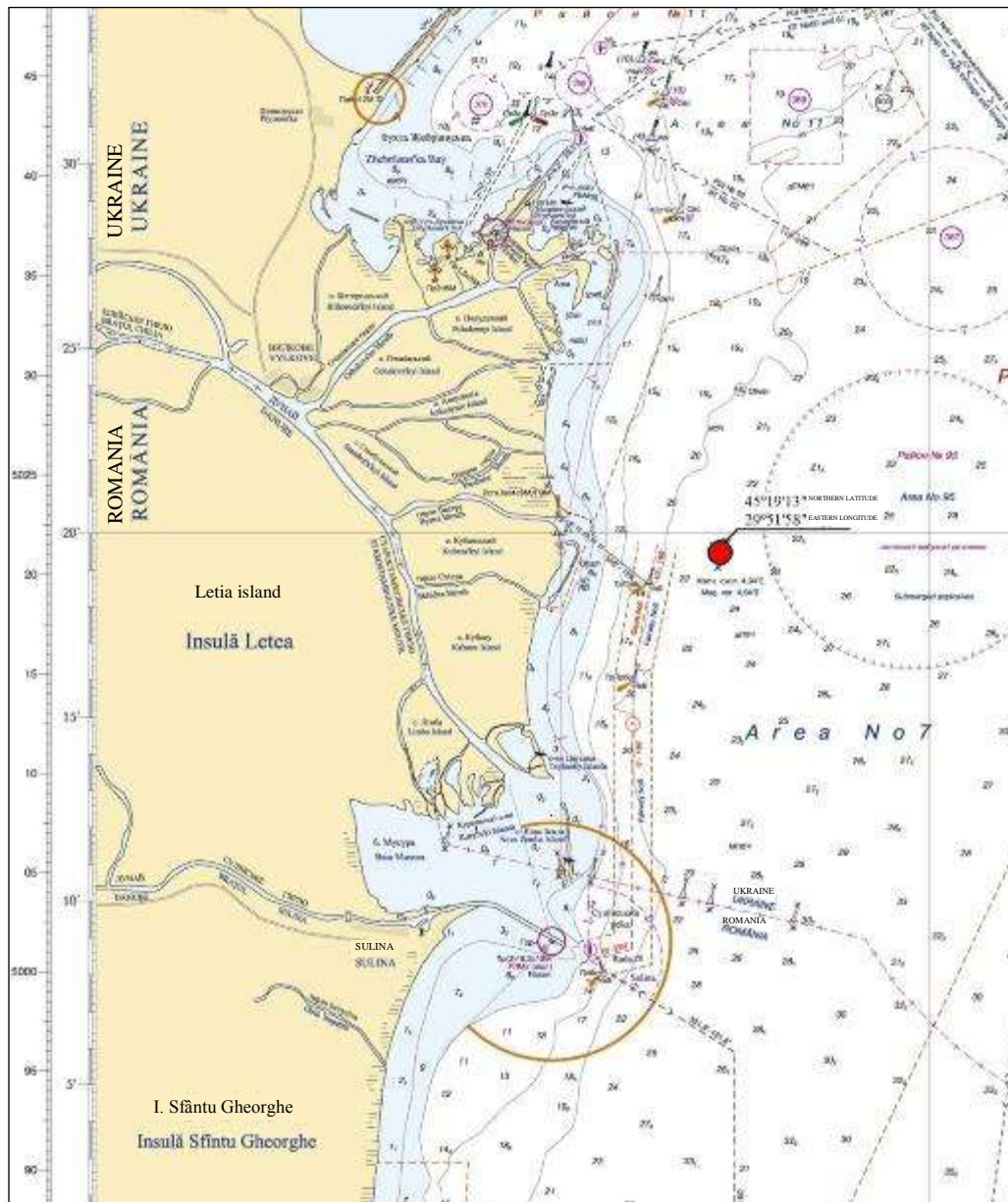
A total of 7,471,035 m<sup>3</sup> is planned to be stored at the offshore hydraulic dump<sup>3</sup> extracted soil.

The marine hydraulic dump of dredging soils of the marine bar part of the DWNF represents a circle with the coordinates of the centre 45°19'13"N; 29°51'58"S with the following parameters: radius - 5 kbt. (926 m); area - 2692475 m<sup>2</sup> (Figure 1.3).

During the design of the marine dump, a multifactorial analysis was performed using the "Dumping" geoinformation system (GIS).

Based on the results of the assessment of the water area of the shelf adjacent to the Bystre mouth, the summation of favorable factors and the processing of the received data with the help of GIS "Dumping", an integral scheme of zoning of this water area according to the degree of suitability for dredging soil dumps was obtained.

Based on the analysis of the scheme, the most favourable zone of the water area for dredging soil dumping has been selected with an average weighted score according to the GIS "Dumping" gradation from 160 to 180 points, which has optimal technical, economic and ecological characteristics.



**Figure 1.3 The location of the marine hydraulic dump of dredging soils of the sea bar part of the Danube river - Black sea DWNF"**

The area of the existing dump almost entirely belongs to this zone, which ensures the fulfilment of the following requirements:

- the dump is located in an area that is not valuable in terms of fishing;
- reduced technological losses of soils when the transportation distance is reduced;
- man-made drifting of dredging objects is not allowed and the dynamics of sediment movement does not change;
- minimized negative impact on the processes of formation of biological resources in the areas adjacent to the site of the soil dump.



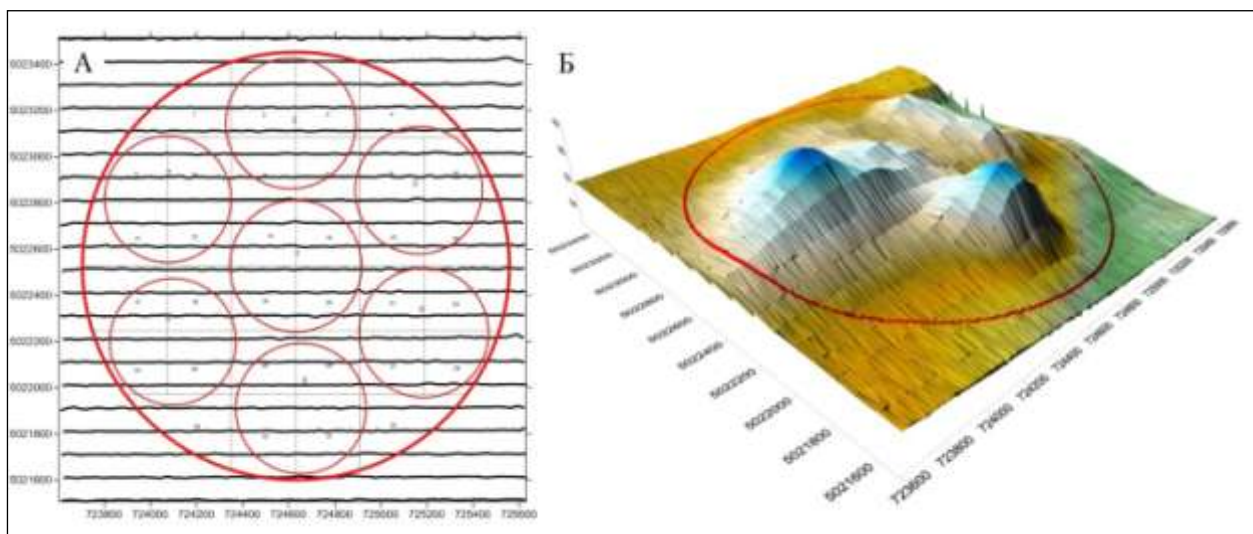
In the process of construction and operation of the marine bar part of the DWNF, the bottom sediments removed during dredging on the sea approach channel of the DWNF Danube - Black Sea were deposited on the marine hydraulic dump.

According to the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" to ensure uniform filling of the hydro dump, the division of the marine hydraulic dump of dredging soils into seven loading blocks was provided, the coordinates of the centres are presented in table 1.1. The boat block parameters are the same and consist of: radius - 277.5 m; area - 241800 m<sup>2</sup>.

**Table 1.1 – Coordinates of the centres of loading blocks**

No.	Northern latitude	Eastern longitude
<b>I</b>	<b>45°19'13"</b>	<b>29°51'58"</b>
<b>II</b>	<b>45°19'33"</b>	<b>29°51'58"</b>
<b>III</b>	<b>45°19'23"</b>	<b>29°52'23"</b>
<b>IV</b>	<b>45°19'03"</b>	<b>29°52'23"</b>
<b>V</b>	<b>45°18'53"</b>	<b>29°51'58"</b>
<b>VI</b>	<b>45°19'03"</b>	<b>29°51'33"</b>
<b>VII</b>	<b>45°19'23"</b>	<b>29°51'33"</b>

The characteristics of the topography of the bottom of the hydraulic dump of dredging soils and the calculations of the residual soil capacity were carried out based on the results of measurement works (Figure 1.4). The hydraulic dump survey plan was completed on April 10, 2020. Depths are reduced to "0" of the Baltic height system. The distance between measured profiles is 100 m, between depths is 5 m. The measurement was made by a digital single-beam echo sounder "HydroBox" with determination of GNSS coordinates by a NovAtel OEM615 receiver.



**Figure 1.4 Measurement plan (A) and three-dimensional relief model (B) of the hydrodump of the dredging soil of the DWNF from April 10, 2020.**

The experience of operating a marine hydraulic dump allows us to draw the following conclusions:

- monitoring studies on the state of the natural environment indicate that the negative impact from the operation of the dump, during the years 2004-2019, has a local character and does not have a cross-border impact;
- the results of the performed mathematical modelling of hydrological conditions allow us to conclude that the extension of the operation of the underwater dump of dredging soils will not have a noticeable effect on the bottom morphology of the adjacent areas of the water area, as well as to recommend further atation of the dump provided that the critical design mark of the surface of the stored soils is not exceeded at -19, 0 m;
- the data of the predictive modelling of the state of the water environment show that the numerical values of the turbidity zones of the water area during prospective storage are not significant in terms of the area of effect, the maximum dimensions of the turbidity cloud during dumping fit into the designated limits of the marine underwater dump, the dimensions of the turbidity zones do not affect nature protection and recreational areas;
- works with the application of GIS "Dumping" confirm the correctness of the technical decisions made at the design stage in terms of choosing the location of the dump and allow recommending its further operation in compliance with certain environmental protection measures:
  - increasing efficiency and uniformity of filling;
  - increasing the accuracy of laying soil on the dump;
  - not exceeding the ecologically safe mark of the top of soil compaction
- a preliminary assessment of the impact on the full prospective development of the volume of soil storage shows that the dump site was chosen based on the principles of ensuring environmental safety, economic efficiency and navigational safety;
- soils intended for storage on an underwater dump, according to their composition and properties, belong to class A - II according to the degree of pollution and can be stored in marine dumps with the payment of appropriate compensation payments;
- conducted research, calculations and experimental works showed that the storage of soils on an underwater dump will not have a noticeable effect on the hydrological and hydrochemical regime of the adjacent areas of the water area;
- in order to control the environmental safety of the landfilling of soil, it is necessary to accompany the performance of works with comprehensive scientific monitoring;
- the analysis of the volumes and scales of impact shows that a certain impact of storage is expected on the aquatic environment, aquatic bioresources and atmospheric air, no



negative impact is expected on other components of the state of the natural, social and man-made environment.

Taking into account the reconstruction works during the dredging of the DWNF Danube river - Black sea (II and III launch complexes) and subsequent operational dredging, more than 8.5 million m<sup>3</sup> should be laid on the marine hydraulic dump<sup>3</sup> soil. The existing project solutions for the marine underwater dump do not allow to dispose of the necessary volumes of dredging soils. This necessitates the reconstruction of the marine hydraulic dump to increase its soil capacity to the volumes providing the necessary capacity for the disposal of the design volumes of extracted soils. Taking into account the experience of the operation of a number of marine soil dumps in the region and the results of monitoring observations during the operation of the marine underwater hydraulic dump of soils, the dredging of the DWNF allows us to consider the possibility of reducing the critical depth of filling during soil storage.

Calculations of bottom wave orbital velocities and bottom wind-wave velocities at the critical loading depth of 17 m showed an increase in their maximum values to 0.028 m/s and 0.19 m/s, respectively. These values exceed or approach the permissible non-eroding velocities of these lithological varieties. At a critical depth of loading of 17 m, erosion of dredging soils, disruption of their stability, and migration beyond the hydraulic dump are likely.

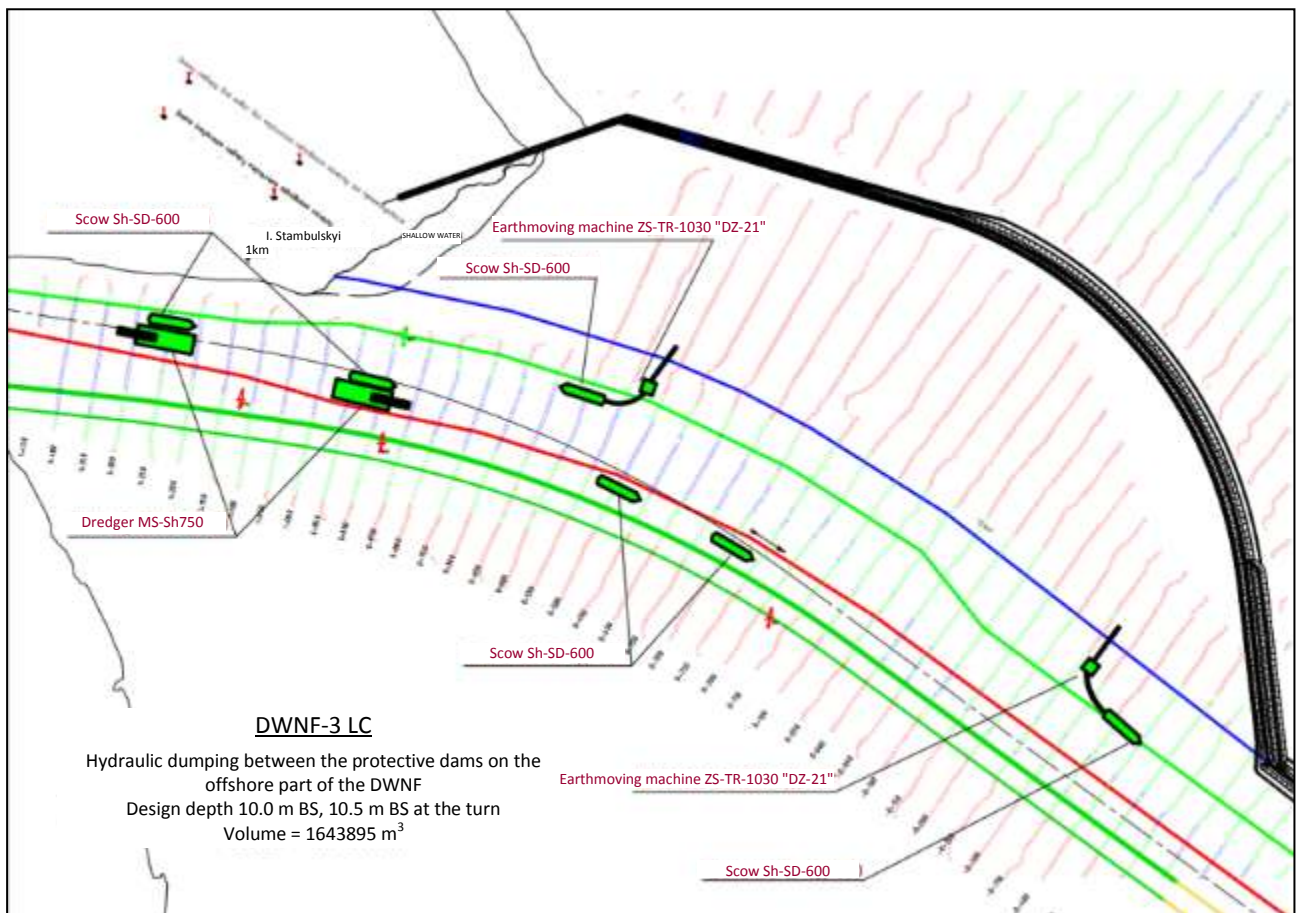
At a critical loading depth of 18 m, the residual soil capacity of the hydro dump will be 9930478 m<sup>3</sup> (9505199.65 m<sup>3</sup>). The residual soil capacity of the hydraulic dump will increase by 42% when the critical loading depth is increased by 1 m from 19 m to 18 m. The error of calculating the residual soil capacity is 3-5%.

The design critical loading depth of the hydraulic dump of 18 m ensures the stability of dredging soils within the storage areas.

Thus, it is possible to draw a conclusion about the expected insignificant negative impact on all objects of the natural environment during the extension of the operating life of the hydraulic dump and the storage of soils to a depth of 18 m under the conditions of compliance with measures aimed at preserving the normative state of the natural environment.

Part of the soil volume from the dredging in the area of the sea approach channel is planned to be placed on a hydro dump located between the Northern Barrier Dams (existing and projected). For soil storage, the area between the sections of stone-enveloping dams closest to the shore is used (Figure 1.5).

The capacity of the hydro dump is 1,643,985 m<sup>3</sup>. The supply of soil during dredging works is designed by hydraulic transport and stationary earthmoving machines.



**Figure 1.5 Scheme of the location and filling of the hydraulic dump between the enclosing dams**

Soils from dredging, which is planned within river water areas, will be placed on 4 designed coastal hydraulic dumps with a capacity of 3,416 million  $m^3$  with a total area of 63.53 hectares (table 1.2), on a hydraulic dump between the existing dam and the designed northern enclosing dam with a capacity of 1.64 million  $m^3$  and on the existing marine landfill with a capacity of 7.8 million  $m^3$ . It is planned to develop soils of I-III group by difficulty of development with self-propelled bilge refuelling earthmoving machines 3C—TP 1030, with a bilge capacity of 1030  $m^3$ , and heavy soils of the IV group - multi-scoop self-propelled dredgers MC-III750, with a productivity of 750  $m^3/h$ , with soil transportation by barges.

**Table 1.2 – Main characteristics of the projected coastal dumps**

No. of hydraulic dumps	Location km	Area, hectares	Fill mark, MBS	Volume, $m^3$
6	67.45 - 67.05	35.00	5.1	1,785,000
9	61.40 - 60.40	13.00	5.3	699,000
12b	45.60 - 45.20	10.00	6.0	600000
12c	39.00 - 39.50	5.53	6.0	331,800

The general scheme of the location of coastal hydraulic dumps is shown in Figure 1.6.



**Figure 1.6 General diagram of the location of coastal hydraulic dumps along the Kiliya arm**

When designing hydraulic dumps, it is envisaged to fill the territory with primary embankment dams, which ensure the formation of the initial capacity of hydraulic dumps, water filtration from the washed soil and prevent arbitrary spreading of the pulp, and the arrangement of the drainage base.

Along the dams of the primary embankment, along the outer boundary of the hydrodump site, drainage channels are provided, which ensure the interception of drained waters and their drainage through watercourses, thus protecting the adjacent territory from flooding.

Excavation is planned to be carried out by earthmoving and transport machines: partly by excavators, as well as by bulldozers on land areas. Dumping of crushed stone and stone weighing up to 200 kg is carried out in a "pioneering way" when materials are delivered by motor vehicle and moved by a bulldozer with layer-by-layer stacking and compaction. The design of the primary embankment dam was carried out taking into account the possibility of using local materials, the use of auto-mechanization, as well as taking into account the drainage capacity of the material.

From a morphological point of view, the areas set aside for the creation of hydraulic dumps belong to floodplain areas. The floodplains are covered in places with thick thickets of reeds, sparse shrubs and wild gardens. Separate areas, less overgrown, are used as pastures.

Areas set aside for project hydraulic dumps are composed of deposits represented by dusty sands with interlayers of silts, as well as silts, light and heavy loams, and light dusty clays. A layer of lightly peated loam was found in the areas of hydraulic dumps Nos. 6, 9, 12b.

The supply of soil during dredging works in coastal wastes is designed by hydraulic transport, skid steer loader, stationary and self-propelled earthmoving machines. The choice of soil supply methods for each hydraulic dump was carried out taking into account the availability of technical means and their production standards, distances from soil development sites (dredging) to coastal dumps, and safety measures during the production of transshipment works. Washing of the soil on each site of the landfill must be done in layers. Technical control of their quality should be organized when washing soil in hydraulic dump.

After the development of the project of the construction organization, on its basis, the contracting organization develops a project for the production of works and technological maps for the arrangement of coastal dumps, feeding and placing of soil in the dumps.

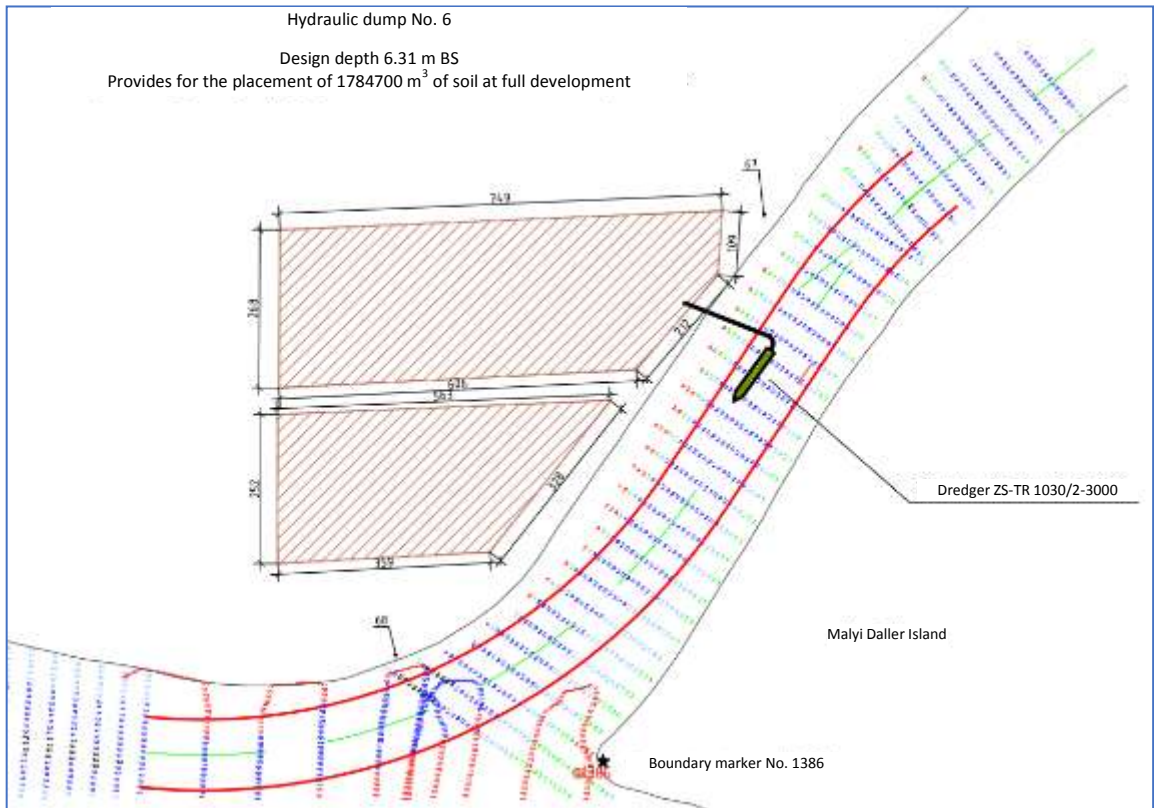
**Hydraulic dump No. 6** is located near the Malyi Daller island and consists of two plots. In the plan, the territory is located on the marks from -0.25 m to 0.65 m. The arrangement of primary collapse dams is provided for two separate plots separated by a 10-meter strip. The perimeter of the first plot is 1,944 m, the second - 1,502, the area is 35 hectares. The capacity of the landfill is 1,785,000 m<sup>3</sup>.

**Hydraulic dump No. 9** located near Velykyi Daller island and Kyslytsia island. In the plan, the territory is located at the marks from -0.75 m to 0.65 m. The arrangement of primary embankment dams is provided for one site, the perimeter of which is 1413 m, the area is 13 hectares. The capacity of the landfill is 699,000 m<sup>3</sup>.

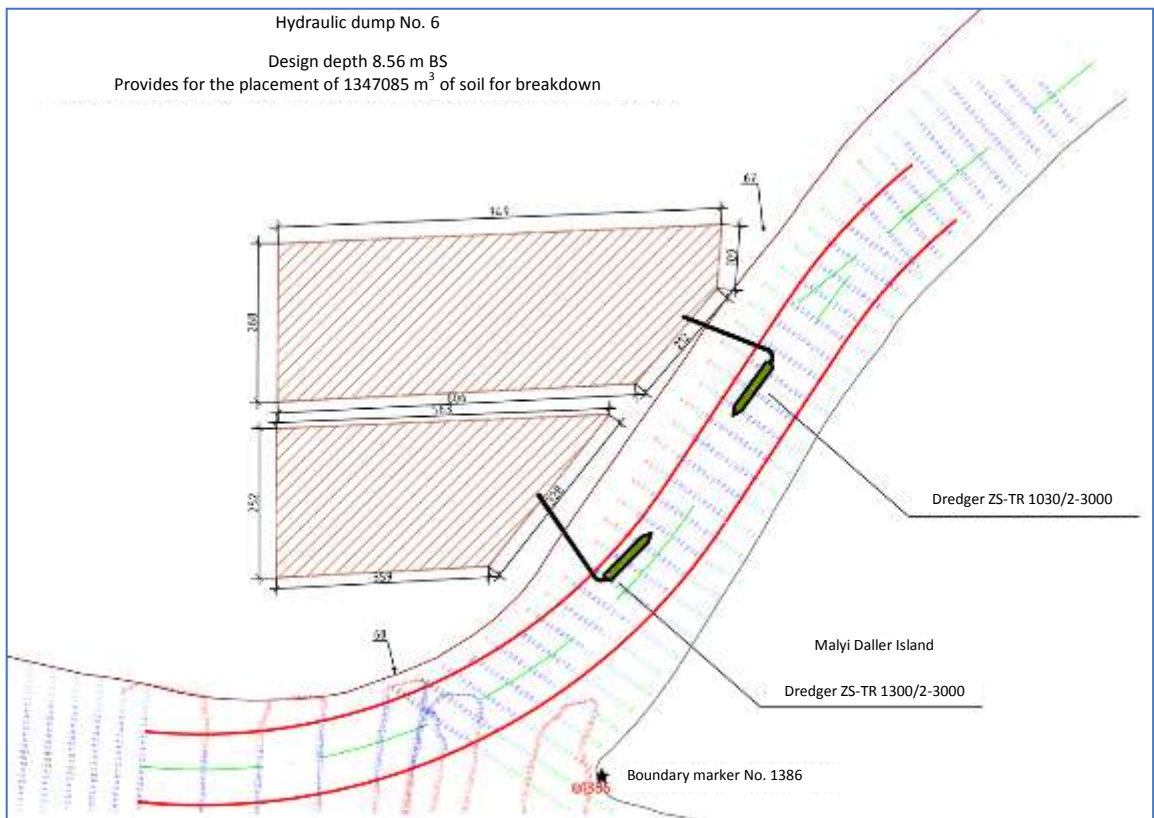
**Hydraulic dump No. 12b** located near town Kiliya. In the plan, the territory is located at elevations from 0.75 to 2.26 m. The arrangement of primary embankment dams is provided by one site, the perimeter of which is 1617 m, the area is 10 hectares. The capacity of the landfill is 600,000 m<sup>3</sup>.

**Hydraulic dump No. 12c** is two separate plots separated by the Lapysh canal. Territorially, the plots are located near towns Kiliya and Vylkove. In the plan, the territory is located at a mark of 0.3 to 1.6 m. The perimeter of the first site is 1,388 m, the second - 644 m, the area is 5.53 ha. The capacity of the landfill is 331,800 m<sup>3</sup>.

Diagrams of the territories of coastal hydraulic dumps and soil storage during the dredging of the shipping route in LC-2 and LC-3 are shown in Figures 1.7–1.10.



a)

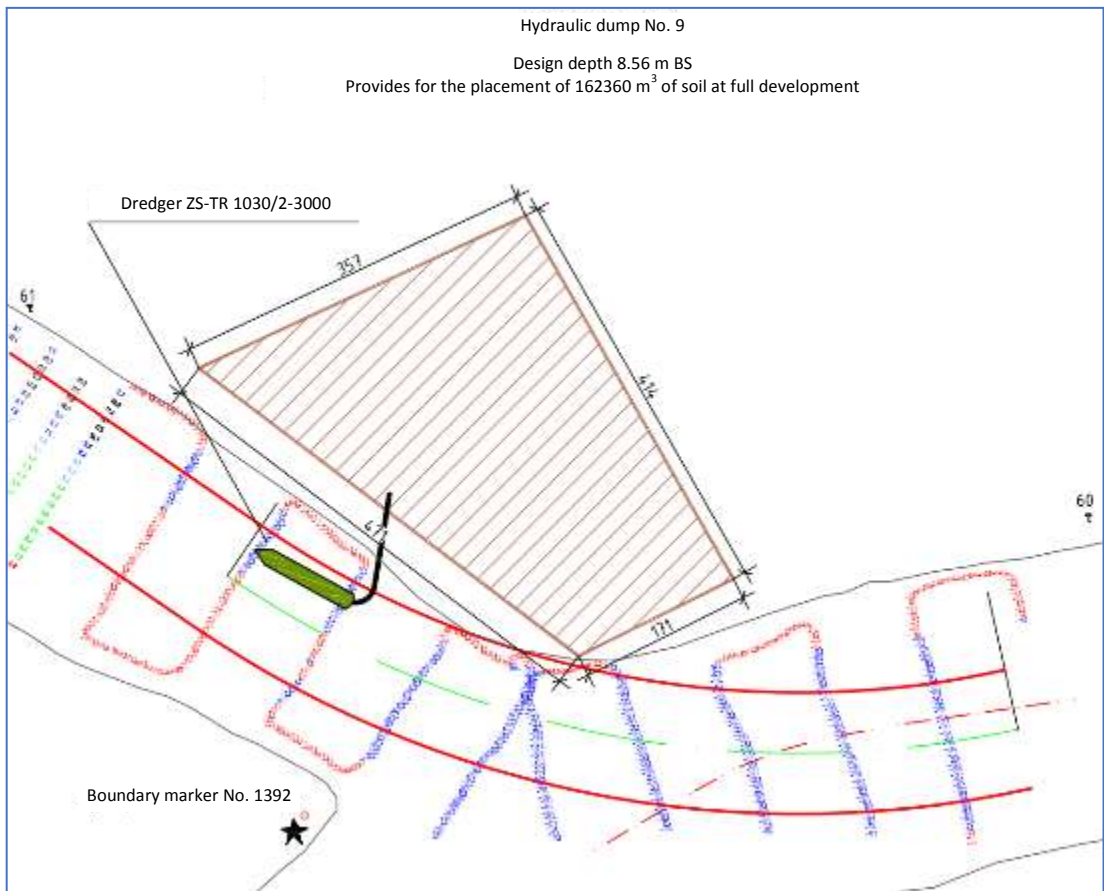
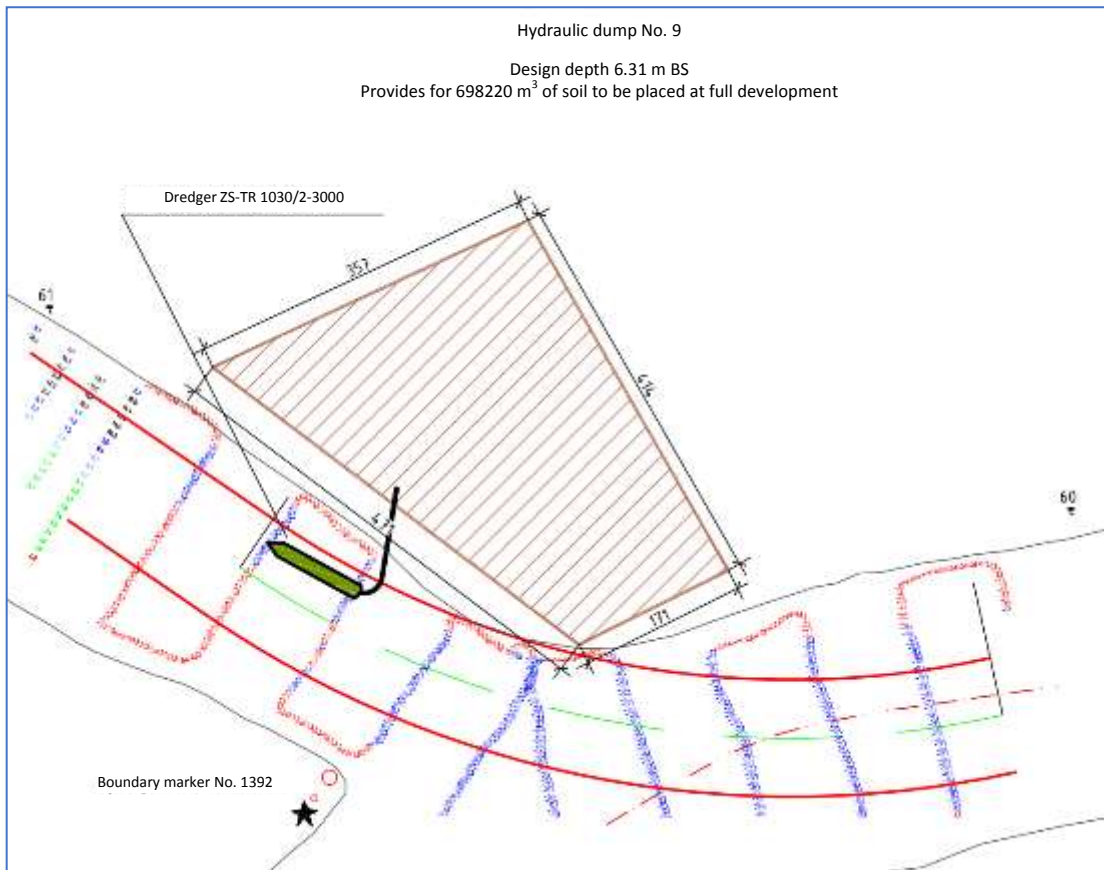


b)

**Figure 1.7 Scheme of the location and filling of coastal hydraulic dump No. 6**

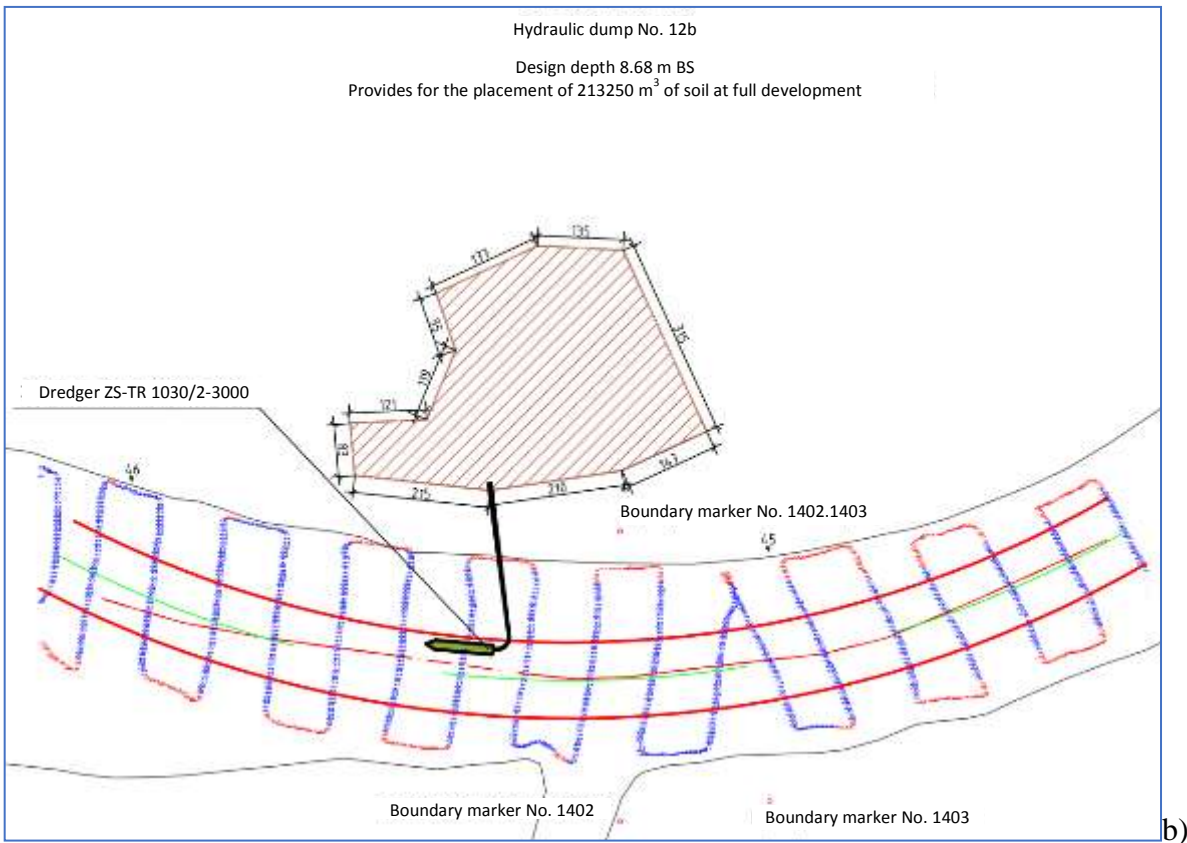
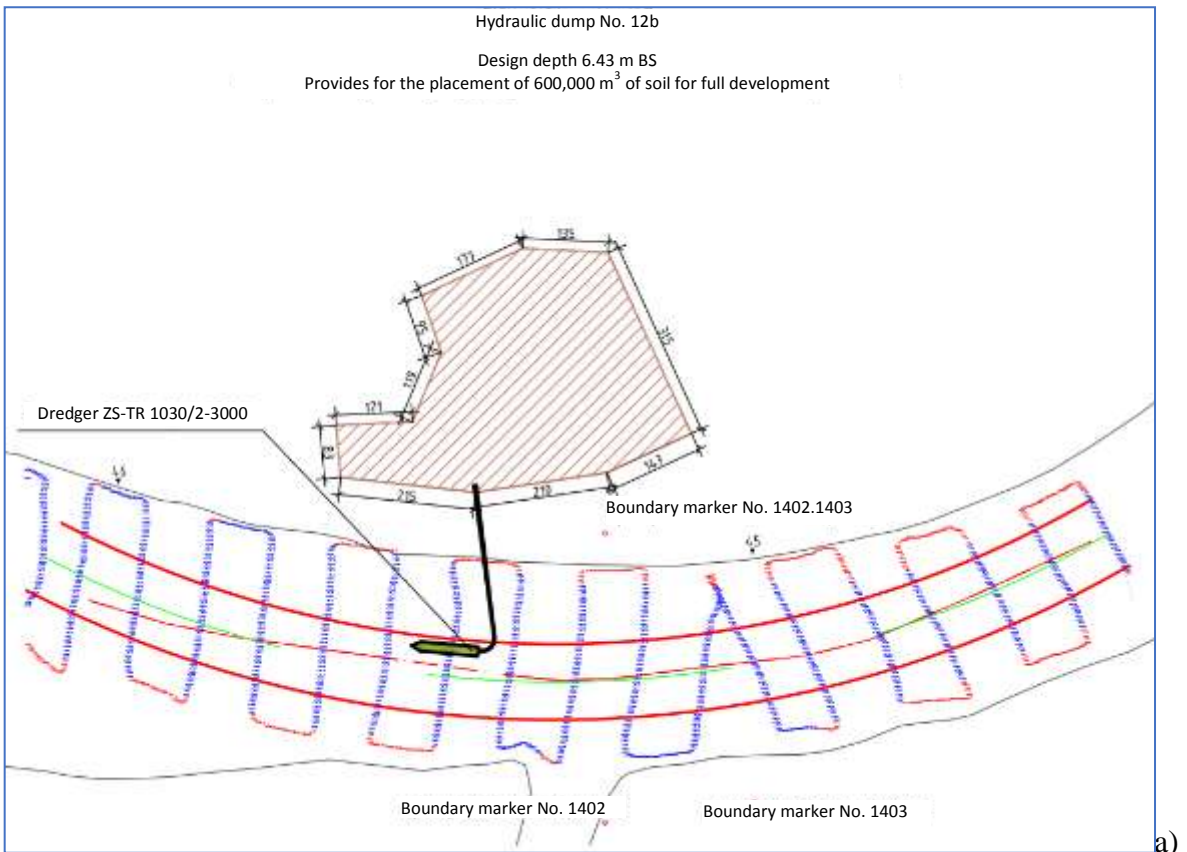
a) as part of LC-2, b) as part of LC-3





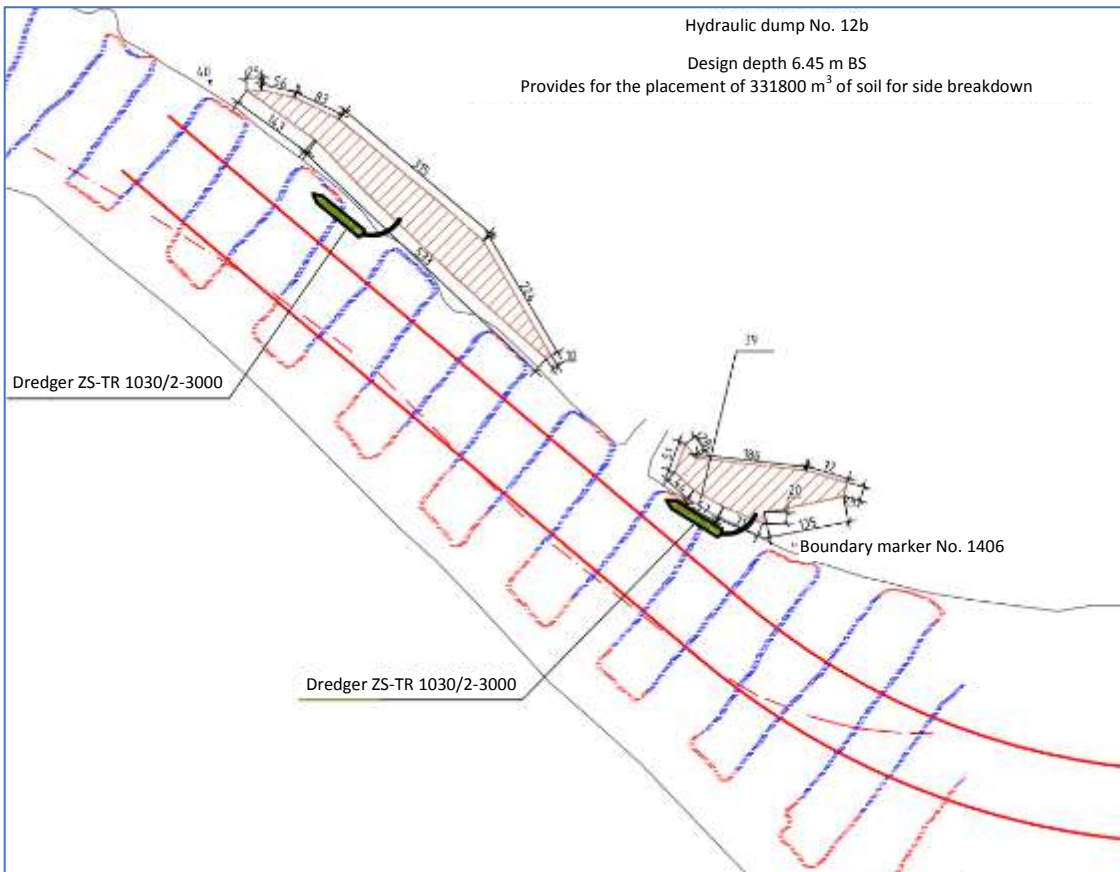
**Figure 1.8 Scheme of location and filling of coastal hydraulic dump No. 9**

a) as part of LC-2, b) as part of LC-3

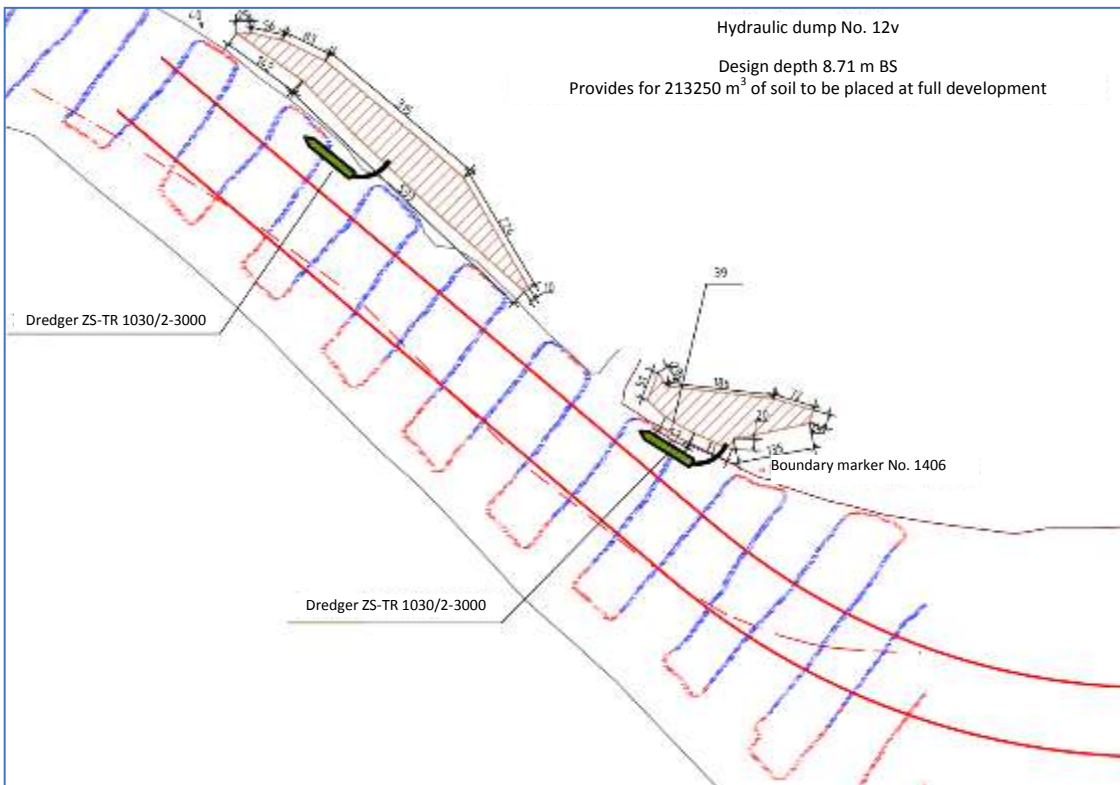


**Figure 1.9 Scheme of location and filling of coastal hydraulic dump No. 12 b**  
 a) as part of LC-2, b) as part of LC-3





a)



b)

**Figure 1.10 Scheme of the location and filling of coastal hydraulic dump No. 12 c**

a) as part of LC-2, b) as part of LC-3

### 1.3.2 Hydrotechnical structures

The reconstruction of hydrotechnical facilities of the deep-sea ship channel (DWNF) is designed as part of three launch complexes (LC), which are supposed to ensure the navigation of calculated vessels with the appropriate linear parameters. The structure of shipping and the parameters of calculated ships according to LC are given in section 5.4.

For full development (3LC), the total length of the DWNF is expected to be 172.4 km, the depth - 9.52 m from the level of 99% availability (10.0 m BS) due to dredging works and the construction of hydraulic structures on the sea section and sections of the river section court proceedings, including:

On the sea section of the DWNF:

Sea approach channel with a total length of 4,684 km with a depth of 9.52 m from the level of 99% security (10.0 m BS);

Two barrier dams (Northern and Southern) on the bar: The Northern - 3,211 m long, including the existing reconstructed part with a length of 756 m, and the Southern - 3,755 m long.

On the first section of the river part of the DWNF:

stream directing underwater dam 350 m long, with the root part adjacent to the Stambulskyi island, district 11 km of river Danube;

100 m long shore fortification of the root part of the stream directing dam, district 11 km of river Danube, on the left bank of the Bystre mouth (pos. 2 according to the scheme of the general plan, drawing Inv. No. 441042);

coastal fortification 345 m long, area of the site 10 km of river Danube along the right bank of the Bystre mouth and the left bank of the Starostambulskyi mouth, at the fork in the western part of the Kubanskyi island (pos. 3 according to the scheme of the general plan, drawing Inv. No. 441042).

Fixing of the bottom of the navigable passage to a depth of 1.1 m between the stream directing underwater dam and the shore fortification at the fork on the western part of the Kubanskyi island. The strip of fastening of the bottom is 21 m. The width of the nave at the place of attachment is 170 m

The barrier dams for the Sea Approach Channel shall be of slope trapezoidal type with a ridge width of 4.0 m and a slope of 1:3, with a stone overlay. The mark of the top of the enclosing dams is taken as 2.00 m BS, taking into account the possible overflow of the maximum wave through the top of the structure.

The stream directing dam is designed to divert the lured bottom sediments from the direction of the ship's passage along the Bystre mouth. The dam is designed underwater, diving, with the

head at -4.60 m BS, rising above the surface of the bottom by 2.0 m. The width of the dam along the ridge is 3.0 m.

Shore fortification is provided by a stone throw at the level with the existing bottom and the slope of the opening of the ship channel.

The anchoring of the bottom of the navigable slot to a depth of 1.1 m is provided by rubble (0.5 m) and stone (0.6 m). Fixing of the slope on the other length of the plot is provided by a stone throw on a layer of crushed stone along the slope of the existing slope.

The construction of protective dams on the sea part of the DWNF is planned in stages:

on 1LC reconstruction [1] with straightening of the Northern dam with a total length of 2426m, including 1670m - new construction;

on 2 LC, the construction of the Southern dam with a length of 2970 m;

on 3 LC - continuation of the construction of the North dam to a total length of 3,211 m, including 785 m - new construction, and extension of the South dam also by 785 m, to a total length of 3,755 m.

### **1.3.3 Ensuring navigation**

Sailing in the sea part of the DWNF and the Bystre mouth is allowed at any time of the day, except for ships 135 m long and with a draft of more than 4.5 m, which are prohibited to sail at night. It is prohibited to sail marine vessels and vessels of mixed navigation ("river-sea") in the sea part of the shipping lane and in the section from the Bystre mouth to Izmailskyi Chatal without a pilot. When entering a sea channel from the sea, if the draft of the ship exceeds the passing draft, the entrance to the channel is not resolved until the passing draft is provided, or the water level does not increase.

Vessel traffic is regulated by the Regional Vessel Traffic Regulation Service (RVTRS) of "Danube" Delta-Pilot Branch SE USPA. The area of operation of the RVTRS includes the area from the mouth of the river Prut to the sea channel and is limited in the east by an arc of a circle with a radius of 12 nautical miles, which is drawn from the point of the receiving buoy of the sea channel.

Covering area of the "Vylkove" CVTR (Centre of Vessel Traffic Regulation) is limited in the east by an arc of a circle with a radius of 12 nautical miles, which is drawn from the point of the reception buoy of the sea channel and extends to the sea road, the Sea Approach Channel, Bystre mouth, Starostambulskyi, Ochakiv and Kiliyskyi mouths up to 34 km. Covering area of the "Izmail" CVTR covers the water area from 60 to 116 km of the Kiliya mouth and the water area of the sea port of Izmail. Covering area of the "Reni" CVTR covers the water area from 116 km to 71.5 miles and the water area of the Reni seaport. RVTRS carries out vessel maintenance 24 hours a day.

The navigational equipment of the river part of navigation with floating and shore navigation signs upwards from 0 km of the Bystre mouth corresponds to the "Basic Provisions on Navigation on the Danube". In Kiliyskiy mouth on the plot from town of Izmailskiy Chatal has two-way vessel traffic up to the 11km mark in the Starostambulskiy mouth. Exceptions are sections of the ship's course, on which the divergence of oncoming vessels is prohibited.

When sailing on these sections of the Danube, vessels must keep to the right side of the fairway, determining the side along the course of the vessel. If it is necessary to deviate from this rule, a course change is possible only after the permission of the PVTR (Post of Vessel Traffic Regulation) and the fulfillment of the requirements of Articles 6.04; 6.05 of the "Special Provisions on Navigation on the Danube".

River vessels are obliged to give way to sea vessels. Seagoing vessels and vessels of mixed navigation in ballast are obliged to give way to heavier-laden pushed river connections. Small vessels are obliged to give way to self-propelled vessels and follow at a distance of at least 10 m behind the edge of the ship's course.

If it is necessary to cross the course, the manoeuvre must be completed as soon as possible, at a right angle to the axis of the course and in the absence of visible vessels in the vicinity. Small vessels are prohibited from crossing the course of a vessel following the course of the vessel at a distance of less than 1 km. Overtaking is prohibited in turning zones and in places where vessels are allowed to cross the channel.

Meeting and overtaking is prohibited for all vessels in the areas: 34.5-39 km; 48-50 km; 60-61 km; 68-69 km; 88-90 km; 99.8-101 km; 110-113 km.

Areas where meeting and overtaking is not recommended: 40-42 km; 64.5-65.5 km; 72-73.5 km; 80-83 km; 77-78 km; 105-106 km; 56-58 miles; 65-66 miles.

The speed of movement of vessels should not exceed 10 knots, with the exception of areas where the speed of movement is regulated. The speed of the vessel should not cause bobbing or suction. Obligated to reduce speed in a timely manner, while ensuring speed for safe management in case of disagreement with other vessels, when passing places of underwater, dredging works.

Navigation of vessels along the sea part of the DWNF and the mouth of Bystre should not exceed 7 knots for vessels heading upstream against the current and 8 knots for vessels heading downstream. When transiting the water areas of ports, the speed should be no more than 4 knots when sailing up and 6 knots - when sailing down.

When passing the narrows or sharp turns of the fairway of the Kiliya mouth, a vessel should not approach the vessel in front by less than 1 mile (2 km), taking all precautions. It is prohibited to sail ships and caravans through the Kiliya mouth with a wind force of more than 15 m/s or a wave

height of more than 2 m, as well as in the case of limited visibility due to fog, snowfall, etc., when the signs of navigation equipment or their lights are not visible.

In the event of a sudden occurrence of adverse conditions, the ship should move to the nearest safe place, if possible, get out of the way and anchor. During a long stop, the captain must call tugs to guide the vessel to the port or to the nearest anchorage. In the event of damage or absence of navigation equipment at the regular place, it is necessary to immediately notify the PVTR. In case of danger of the vessel sinking, the captain is obliged to take measures to leave the fairway.

Vessels heading down to the sea are waiting for permission to enter the Bystre arm in the area of the Vylkove port point. In winter, when there is ice, the rules are governed by the procedure established by the Administration. At the same time, only ships that have the appropriate ice class are allowed to sail.

The safety of shipping along the entire route of the Ukrainian DWNF is ensured in accordance with current international and national normative documents. In particular, the means of navigational equipment of sea approaches correspond to the system of the International Association of Lighthouse Services (region A), in the river part of the navigation area - "Basic regulations on navigation on the river Danube".

According to the current regulations, pilotage of vessels is mandatory when sailing on the Danube.

Places of installation of navigational equipment signs (NES) on the river part of the DWNF were chosen taking into account the international legal status of the river. Danube, because the right bank of the Starostambulskyi and Kiliya arms belongs to Romania.

Two variants of the preliminary arrangement scheme of the NES were considered: according to the data of navigation map No. 3504, 2011. and based on the materials of the provided depth measurements for 2016. and partly for 2019.

According to the album of navigation maps No. 3504 "Danube River from port Reni to the mouth", 2011 navigation equipment was determined in two areas on the river part of the DWNF.

1) Section 10-116 km of map 3504-18 - 3504-1.

From 10 to 116 km there are 28 floating buoys and 6 special purpose buoys from the Ukrainian side, including by kilometres:

Green edge: 10, 11, 36, 37, 37.4, 37.7, 38, 48.5, 49, 64, 65, 73, 83, 84, 88, 99, 101, 102, 111, 112 km - 20 units

Red edge: 10, 25, 61, 62, 73, 95, 108, 114 km - 8 units

Special purpose: 18, 32, 34-35, 84, 85 km - 6 units

Buoys for special purposes determine the areas of separation or union of the fairway, as well as for the protection of separately located obstacles within the boundaries of the fairway.

In addition, there are Romanian buoys on the red line: 41, 47, 48.5, 78, 106 km - 5 units and special purpose buoys: 76, 116 km – 2 units

2) Plot 44M – 72M - border

On the Romanian side of the river on the border sections (profiles 121-168) -30 buoys, including 12 on the green and 18 on the red lines (without numbers)

Mile 48-44: green edge - 1bui; red edge -5 buoys

Mile 53-49: green edge - 4 buoys; red edge - 2 buoys

Mile 58-53: green edge - 4 buoys; red edge - 6 buoys

Mile 62-58: green edge - 1 buoy; red edge - 3 buoys

Mile 66-63: green edge - 1 buoy; red edge - 1 buoy

Mile 72-67: green edge - 1 buoy; red edge - 1 buoy

In the feasibility study, the number of existing navigation equipment signs on the river part of the DWNF was taken based on the data of the navigation equipment applied on the depth measurements as of autumn 2016. (on several sites in 2019) and determined for two plots:

1. Plot 10-116 km, on the Ukrainian side

on the green edge from profile 10,250 to profile 114,300 there are 24 floating buoys, incl.

on a green edge: No. 10, 11, 36, 37, 37.4, 37.7, 38, 48, 49, 64, 65, 73, 82, 84, 99, 101, 102, 111, 112 - 19 units

on the red line floating buoys No. 10, 61, 62, 65, 73 - 5 units

Behind the green line there are special purpose buoys pr. 18 300, 32,83,84–4 units

On the Romanian side:

On the red edge of the buoy No. 41, 47, 78, 106, 109, 114–6 units

2. On the site 44M-72M (state border)

From profile 121 to profile 168 **there are 26** buoys (without numbers), incl. on the green edge - 12 units, on the red edge - 14 units, including:

44M - prof. 121- red edge -1

45M – prof. 122- red edge -1

46M - prof. 124- red edge -1

47M-prof.126 - red edge -1, green edge -1

49M-prof. 130 - green edge -1

51M – prof.132- green edge -1; prof. 133- green edge -1, red edge-1

52M - prof. 134 - red edge-1; prof. 135 - green edge-1

55M - prof. 140 - red edge-1

56M -prof.142-red edge-1, green edge - 1

56-57M- prof. 143,144- green edge-2; red edge - 2

57-58M- prof. 145 red edge-1; prof. 145, 146-green edge - 2

61M-prof. 152-Red edge-1, green edge - 1

62M-prof. 154-red edge-1

63M-prof. 155-red edge – 1, green edge - 1

69M-71M prof. 167-168 - there are no signs

In connection with the projected jet dam in the first launch complex on the 10 km section, it is planned to install an additional special purpose buoy near its head.

At the same time, when performing dredging works on 2LC and 3LC, it is necessary to move some buoys before the work is carried out beyond the edge for 25 m perpendicular to the axis of the channel, and then return them to their place, and after dredging, some buoys must be installed in new regular places on the edges.

In connection with the change in the location of the bar part of the DWNF and the construction of the enclosing dams, changes to the regulations of the existing signs and addition of new navigation equipment are foreseen.

16 units of buoys of green and red edges are installed, respectively, in new regular places on the lower edges of the channel. The receiving buoy at the meeting point of the pilot is moved to the line of the new axis of the channel. During the phased construction of the protective dams, 2 column-type port signs will be installed.

Construction of the northern dam is planned on 1LC, which will be completed before the dredging of the channel on 2LC begins.

After completion of the dredging works of 2LC, the construction of the southern dam begins, on the head of which a column is installed.

After the dredging of the 3LC channel, two dams are being built, one on the extended part of the existing dam. A column is installed on its head.

#### **1.4 Description of the main characteristics of the planned activity**

The volumes of dredging works on the sea and river part of the DWNF are shown in tables 1.3, 1.4 and 1.5.

<b>Table</b>													
1.3	Laying slopes	Red edge	Bar (marine)	1:6		1 section of the	1:6	1:6		2 section of the	1:6	1:1.5	1:1.5

End of table 1.2	Laying slopes	Red edge	Area of dredging: Profile No.	Design depth, m BS	Scooping area with a slope/ without a slope, m <sup>2</sup>	Volume of dredging works, m <sup>3</sup>		Green edge
						without technological overruns	with technological overruns	
1:1.5								
1:1.5			-2+100 - 1+550	7.68	518850 / 322420	743,985	938,275	1:4 1:6
1:1.5			<b>All in the sea part</b>	<b>8.10 (at the turn)</b>	<b>518850 / 322420</b>	<b>743,985</b>	<b>938,275</b>	
1:3								
1:2								
1:6			1+550 – 10+000	6.51	15810/ 8025	6,320	13,610	1:6
1:1.5			10+000 -15+000	6.49	5385/ 5110	400	3,270	1:6
1:6								
1:6			<b>In total</b>		<b>21195/13135</b>	<b>6,930</b>	<b>16,880</b>	
1:1.5								
			20+500 – 26+000	6.45	2150/ 1800	210	1,690	1:6
			26+000 – 30+900	6.45	154120/ 148950	91,585	173,310	1:1.5
			30+900 – 32+700	6.45	64070/ 58880	81,090	113,650	1:1.5



Area of dredging: Profile No.	Design depth, m BS	Scooping area with a slope/ without a slope, m2	Volume of dredging works, m <sup>3</sup>		Green edge
			without technological overruns	with technological overruns	
32+700 – 40+000	6.45	170590/ 164040	96,210	185,775	1:1.5
46+000 – 51+000	6.43	104470/ 101585	59,455	114,440	1:1.5
51+000 – 54+000	6.43	- / 5220	820	3795	1:1.5
60+700 – 66+000	6.43	376465/ 348735	341,645	532,065	1:3
66+000 – 71+000	6.43	57610/ 47640	92,850	127,605	1:2
71+000 – 76+000	6.43	7000/ 6500	870	4,700	1:6
76+000 – 82+000	6.31	630/170	350	640	1:1.5
87+000 – 92+000	6.20	7330/ 5570	2,870	6,565	1:6
99+000 – 105+000	6.15	1215/ 860	520	1,265	1:1.5
110+000 – 118+200	6.08	100595/ 89490	246,045	296,840	1:1.5
<b>Total</b>		<b>1051465/920560</b>	<b>1,014,520</b>	<b>1 562340</b>	
<b>The total volume is 1, 2 sections of the river part.</b>					
			<b>1 021450</b>	<b>1,579,220</b>	
<b>The total amount on 2 LC</b>					
			<b>1,765 435</b>	<b>2,517 495</b>	

**Table 1.4 – Volumes of dredging works on the sea and river part of the DWNF (3LC)**

Area of dredging: Profile No.	Design depth, m BS	Scooping area with a slope/ without a slope, m2	Volume of dredging works, m <sup>3</sup>		Laying slopes	
			without technological overruns	with technological overruns	Green edge	Red edge
<b>Bar (marine) part (Used diameter of 2019)</b>						
-2+100 - 1+550	10.0 10.5 (at the turn)	562610/ 362550	1,119,740	1,362,305	1:4 1:6	1:6
<b>Total in the sea part</b>		<b>562610/362550</b>	<b>1,119 740</b>	<b>1,362 305</b>		
<b>1 section of the river part from 1,534 km to 20,555 km (Used measurement of 2016, including on profiles from 9+400 to 11+200 measurement of 2018)</b>						
1+550 – 10+000	8.76	284745/ 119935	247,460	359,810	1:6	1:6
10+000 -15+000	8.74	280795/ 253535	230,540	371,720	1:6	1:6
15+000 – 20+500	8.74	102980/ 92270	26,580	81,020	1:6	1:6
<b>Total</b>		<b>668520/ 465740</b>	<b>504,580</b>	<b>812,550</b>		
<b>2 section of the river part from 20,555 km to 116,000 km (Main diameter of 2016, including diameter of 2019 on profiles: from 35,200 to 38,600, from 46,800 to 49,050, from 60,750 to 66,850, from 71,550 to 74,850, from 79,900 to 85,800, from 90,500 to 92,300)</b>						
20+500 – 26+000	8.71	525685/ 473735	416,960	679,120	1:6	1:1.5
26+000 – 30+900	8.71	401920/ 373530	631,665	837,280	1:6	1:1.5

<b>Continuation of table 1.4</b>						
Area of dredging: Profile No.	Design depth, m BS	Scooping area with a slope/ without a slope, m <sup>2</sup>	Volume of dredging works, m <sup>3</sup>		Laying slopes	
			without technological overruns	with technological overruns	Green edge	Red edge
30+900 – 32+700	8.71	243795/ 231805	355,010	478,195	1:1.5	1:1.5
32+700 – 40+000	8.71	415190/ 384800	638,250	850,080	1:1.5	1:1.5
46+000 – 51+000	8.68	416500/ 395165	569,590	783,230	1:1.5	1:1.5
51+000 – 54+000	8.68	238495/ 229995	252,415	375,610	1:1.5	1:1.5
54+000 – 60+700	8.56	6670/ 5970	840	4,500	1:1.5	1:1.5
60+700 – 66+000	8.56	629800/ 542965	1,173,485	1,479,220	1:3	1:3
66+000 – 71+000	8.56	377915/ 345890	385,235	574,920	1:2	1:2
71+000 – 76+000	8.56	376620/ 323860	405,210	589,845	1:6	1:6
76+000 – 82+000	8.56	67370/ 64245	38,135	74,015	1:1.5	1:1.5
82+000 – 87+000	8.45	117775/ 100245	46,995	107,125	1:2	1:6
87+000 – 92+000	8.45	68990/ 48775	69,310	102,015	1:6	1:6
92+000 – 96+000	8.45	9565/ 6495	9,025	14,265	1:1.5	1:6
96+000 – 99+000	8.40	11925/ 11325	10,365	16,605	1:1.5	1:1.5

<b>End of table 1.4</b>						
Area of dredging: Profile No.	Design depth, m BS	Scooping area with a slope/ without a slope, m <sup>2</sup>	Volume of dredging works, m <sup>3</sup>		Laying slopes	
			without technological overruns	with technological overruns	Green edge	Red edge
99+000 – 105+000	8.40	11910/ 9910	12,290	18,935	1:1.5	1:6
105+000 – 110+000	8.33	45650/ 26395	37,770	85,270	1:3	1:6
110+000 – 118+200	8.33	177695/ 156640	308,670	396,610	1:1.5	1:1.5
<b>Total</b>		<b>4143470/ 3731745</b>	<b>5,361 220</b>	<b>7,466 840</b>		
<b>3 sections of the river section from 116.000 km to 170.360 km (Main measurement of 2016, measurement of 2018 at 65 - 67 miles)</b>						
118+200 – 119+500	8.33	2105/ 1150	375	1,535	1:6	1:6
134+500 – 136+500	8.21	80010/ 70005	46,985	86,795	1:6	1:6
142+000 – 145+900	8.21	279940/ 270050	179,625	323,400	1:6	1:6
154+700 – 156+300	8.09	104795/ 99000	59,615	113,315	1:6	1:6
172+000 – 172+100	8.09	- / 2610	910	2,215	1:6	1:6
<b>Total</b>		<b>466850 / 442815</b>	<b>287,510</b>	<b>527,260</b>		
<b>The total volume in sections 1, 2, 3 of the river part</b>						
			<b>6,153,310</b>	<b>8,806,650</b>		
<b>The total amount is 3 LC</b>			<b>7,273 050</b>	<b>10,168 955</b>		
<b>Area: 5 841450 / 5 002 850</b>						

**Table 1.5 - Placement of additional dredging soils during dredging works and clearing of landslides on the Vylkove - Izmailskyi Chatal section**

Hydro dumps	II LC		III LC		Excavation volume total m <sup>3</sup>	Estimated use of dredges
	Ship passage km	Excavation volume m <sup>3</sup>	Ship passage km	Excavation volume m <sup>3</sup>		
No.6	118.00 -66.00	437,615	172.10-60.70	1,346,600	1,784 215	z/s ZS-TR 1030
No.9	66.00 -51.00	535,860	51.00-61.40	162,360	698,220	z/s ZS-TR 1030
No. 12b	51.00 – 30.90	413,865	54.00-45.00	213,250	627,115	z/s ZS-TR 1030
No. 12c	30.90 -1.55	191,880	54.00-45.00	-	191,880	z/s ZS-TR 1030
Water dump between the northern dams	-	-	2.10 -1.55	1,643 985	1,643 985	z/ch MS-Sh750 z/s Z-R 250
Sea dump	-2.10 -1.55	938,275	2.10 -1.55	6,802 760	7,741 035	z/ch MS-Sh750
<b>Total</b>		<b>2 517495</b>		<b>10 168955</b>	<b>12686450</b>	

The general list of hydrotechnical structures and their purpose are given in table 1.6.

**Table 1.6 – Hydrotechnical structures of DWNF Danube - Black Sea**

DWNF sites and objects	Building parameters			Nature protection function
	LC1	LC2	LC3	
Stream directing dam, length, m	350	-	-	Limitation of the flow of water and sediments along the Bystre arm, prevention of erosion of the banks and siltation of the mouth, reduction of the volume of operational dredging.
Coastal fortifications, length, m	445	-	-	Prevention of erosion of the shores of the Starostambulskyi and Bystre arms
Barrier dams (Northern, Southern, continuation of the Southern and Northern), length, m	1670	2970	1570	Reduction of siltation of the sea approach channel and the volume of operational dredging, reduction of wave action on the Ptashyna foreland
Water dumps, area, ha	63.53	-	-	Arrangement of hydraulic dumps located on the banks of the river Danube, for soil storage.

The total duration of dam construction work is estimated to be 57 months and 2 months of preparatory period:

Northern dam - 7.8 months;

South dam - 22.0 months;

Continuation of the North and South dams - 26 months;

Stream-directing dam and shore fortification - 1.2 months.

Arrangement of hydraulic dumps located on the banks of the river Danube - 17.0 months.

The preparatory period will be 2 months.

The scope of work during the construction of hydraulic facilities is given in table 1.7.

**Table 1.7 – Information on the scope of basic construction, installation and special construction works on hydrotechnical objects**

<b>o.</b>	<b>Name of works</b>	<b>Unit</b>	<b>I LC</b>	<b>II LC</b>	<b>III LC</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	Soil development	m <sup>3</sup>	9500	-	-
2	Excavation planning: - horizontal - inclined	m <sup>2</sup>	5100 12240	-	-
3	Laying of non-woven geotextile	m <sup>2</sup>	9000	39000	-
4	Arrangement of a sand cushion	m <sup>3</sup>	29250	126750	-
5	Sand dump planning	m <sup>2</sup>	9750	42250	-
6	Falling rubble	m <sup>3</sup>	66730	87885	70000
7	The rough planning of crushed stone waste: - horizontal - inclined	m <sup>2</sup>	12000 15950	-	-
8	Stone shedding: 200 mm 300 mm	m <sup>3</sup>	9390 10970	-	-
9	The rough planning of stone removal: - inclined - horizontal	m <sup>2</sup>	11760 6570	-	-
10	Fine planning of crushed stone backfill	m <sup>2</sup>	88800	115300	127155
11	Laying geogrids on crushed stone	m <sup>2</sup>	90650	116000	128000
12	Stone shedding: 15-100 kg 70-100 kg 200 kg	m <sup>3</sup>	64900 22040 53870	120085 40310 99100	343480 43650 104195
13	Laying stone 3.2 t: - under water - over the water	m <sup>3</sup>	23825 50480	48450 91330	94305 51000
14	A rough planning for rock fall: - horizontal - inclined	m <sup>2</sup>	107650 71840	192030 133070	172420 202215
15	Filling of unsorted stones 15-30 kg	m <sup>3</sup>	3650	6540	3700
16	Laying monolithic reinforced concrete	m <sup>3</sup>	-	1.5	3

The construction of dams is planned to be carried out by the method "from wheels" using floating construction equipment: floating crane 16tn, tugboats, barges, sea sloops. The construction of dams is carried out in parallel with the development of soils during dredging, which allows to reduce the overall time of work.

Laying of non-woven geotextile on silt is performed by divers when working from a self-propelled boat. Dumping of the sand cushion, crushed stone, and stone is carried out by a 16 t floating crane equipped with a 4 m capacity grab<sup>3</sup> when delivering materials by watercraft (self-propelled barges). Soil development is carried out by the same crane with the loading of soil into self-propelled barges and transportation up to 10 km to the dump. Planning work under water is performed by divers when working from a self-propelled bot.

All types of equations of deposits under water are performed by divers when working from a self-propelled boat (with a visibility radius of less than 1 m). Geogrids are also laid by divers.

## **1.5 Assessment by types and amounts of expected waste, emissions, discharges and other impact factors during the construction period and during the implementation of the planned activity**

### **1.5.1 Assessment by the amount of waste**

In the course of the planned activity, the technological and household needs of the crews of the vessels of the technical fleet are provided on board the floating equipment, which naturally leads to the formation of both household and operational waste.

Qualitative and quantitative characteristics of the generated waste are determined depending on the execution of certain technological processes.

The nomenclature of the waste and its code are adopted in accordance with the State Classifier of Waste (SC 005-96). The waste classifier is intended for use in state statistics in order to provide versatile and reasonable information on the generation, accumulation, processing, disposal and disposal of waste.

The calculation of waste generation standards is based on:

- specific norms of waste generation;
- given reference materials;
- statistical and other waste generation norms.

For the vessels of the technical fleet, there is a generally accepted practice of supplying them with water by water vessels, as well as collecting and delivering various sewage and solid

household waste to port oil waste collectors, which are provided at the request of the ship's captain. Further, all waste is transferred to coastal enterprises.

The estimated amount of waste from the vessels of the technical fleet was determined in accordance with RD 31.06.01-79 "Instructions for the collection, removal and disposal of seaport garbage" and DSP 7.7.4.-057-2000 "State sanitary rules for marine vessels of Ukraine".

The maximum daily intake of solid waste from vessels of the dredging and auxiliary fleet is calculated according to the formula:

$$C_c = m_i * q_i * n * T,$$

where  $m_i$  - the number of crew on board the ship, people/day;

$q_i$  - the daily rate of accumulation of ship waste per person - 0.002 m<sup>3</sup> (1 kg);

$n$  – number of equipment units, units;

$T$  – operational period, day/year;

Calculation example:

$$C_c = 35 \text{ people} * 5 \text{ units} * 1290 \text{ days} * 0.001 \text{ t} = 225 \text{ t}.$$

The number of workers on the vessels of the dredging fleet and the fleet of equipment is determined by the management of the contractor company to which these vessels belong.

To calculate the amount of waste, the average number of crews on the vessels of the technical and dredging fleet is taken.

Taking into account that the planned activity will be carried out in separate areas, the composition of dredging equipment may change - the duration of dredging works may also vary.

The need for construction machines and mechanisms is based on the composition of earthmoving vehicles (table 1.8.)

**Table 1.8 - List of floating equipment for the construction of the DWNF**

No. of item	Name	Quantity, units	Number of crew, persons
1	2	3	
1.	Multi-bucket self-propelled dredger MS-Sh750, with a productivity of 750 m <sup>3</sup> /h	5	35
2.	Self-propelled soil removal scow Sh-SD-600, hold capacity 600 m <sup>3</sup>	15	12
3	Earthmoving machine non-self-propelled refueling dredger 3-R 250 "DE-21" - river stationary	2	9
4	Self-removal bilge refueling earthmoving machine ZS-TR 1030, with a bilge capacity of 1030 m	3	41
5	Boatage motor boat	6	6
6	Diving station on a self-propelled bot with a 100 kW compressor	6	13



7	Measuring party with GPS satellite positioning system	6	3
8	Port tug, power of main engines 544 kW (740 hp)	6	15
9	Boat RBT, power of main engines 221 kW (300 hp)	6	12
10	Travelling boat, power of main engines 221 kW (300 hp)	6	12
11	Floating crane 16 t	3	15
12	Floating crane 5 t	3	3
13	Coastal equipment	<b>14797 machine-shift</b>	29
14	Floating equipment	<b>13569 machine-shift</b>	27

Estimated duration of works according to the feasibility study of reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian section of the delta" is shown in table 1.9.

**Table 1.9 - Duration of works**

<b>Name of equipment</b>	<b>Execution time months (days)</b>
<b>I launch complex</b>	
Coastal equipment	17 months (510 days)
Floating equipment	17 months (510 days)
<b>II launch complex</b>	
Earthmoving machine ZS-TR-1030	$67/3 = 22$ months (660 days)
Dredger MS-Sh750/2-2300	15 months (450 days)
Scow self-propelled trailer Sh-SD-600,	15 months (450 days)
Boatage motor boat	15 months (450 days)
Diving bot	15 months (450 days)
Measuring party	
Sea tug	
<b>Total</b>	<b>1.8 years</b>
<b>III launch complex</b>	
Earthmoving machine ZS-TR-1030	$129/3 = 43$ months (1290 days)
Dredger MS-Sh750/2-2300; Earthmoving machine Z-R 250 "DE-21"	$320/5 = 64$ months (1920 days)
Scow self-propelled trailer Sh-SD-600,	(1920 days)
Boatage motor boat	(1920 days)
Diving bot	(1920 days)
Measuring party	(1920 days)
Sea tug	(1920 days)
<b>Total</b>	<b>5.3 years</b>

This calculation considers waste that is generated only during planned works; waste generated during the repair and maintenance of ships is collected in the places where floating equipment is left behind.

During the execution of works according to the Technical and Economic Justification of the reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" waste will be expected: "*Waste from vessels of the technical fleet (6000.2.9.22)*".

The results of calculating the amount of solid household waste are presented in Table 1.10.

A total of 1,635.71 tons of solid household waste will be generated during the period of execution of the planned works.

**Table 1.10 – Volumes of solid household waste generation**

<b>Name of equipment</b>	<b>Quantity, units</b>	<b>Execution time days</b>	<b>Number of crew, persons</b>	<b>Amount of waste, t</b>
<b>I launch complex</b>				
Coastal equipment (machine-shift)	14797	510	29	14.80
Floating equipment (machine-shift)	13569	510	26	13.57
<b>Total</b>				<b>28.37</b>
<b>II launch complex</b>				
Earthmoving machine ZS-TR-1030	3	660	41	81.18
Dredger MS-Sh750/2-2300	5	450	35	78.75
Scow self-propelled trailer Sh-SD-600,	15	450	12	81.00
Boatage motor boat	6	450	6	16.20
Diving bot	6	450	13	35.10
Measuring party	6		3	8.10
Sea tug	6		15	40.50
<b>Total</b>		<b>1.8 years</b>		<b>340.83</b>
<b>III launch complex</b>				
Earthmoving machine ZS-TR-1030	3	1290	41	158.67
Dredger MS-Sh750/2-2300; Earthmoving machine Z-R 250 "DE-21"	5 2	1920	35	336.00
Scow self-propelled trailer Sh-SD-600,		1920	12	345.60
Boatage motor boat	6	1920	6	69.12
Diving bot	6	1920	13	149.76
Measuring party	6	1920	3	34.56
Sea tug	6	1920	15	172.80
<b>Total</b>		<b>5.3 years</b>		<b>1266.51</b>

<b>Overall</b>				<b>1635.71</b>
----------------	--	--	--	----------------

The amount of household wastewater is determined by the formula:

$$M = n * p * d * q / 1000$$

where n is the norm of water consumption per person, l/day;

p – number of crew members, persons;

d - period of work, days;

q - waste density, t/m<sup>3</sup>.

In accordance with the State sanitary regulations for marine vessels of Ukraine DSP 7.7.4.-057-2000 water supply norms depend on the category of vessels (table 1.9). Vessels performing dredging and other hydrotechnical works belong to II, III and IV categories.

**Table 1.11 - Standards of water consumption on ships**

Water quality	Water consumption rate per person/day, l by categories of ships			
	I	II	III	IV
fresh	50	40	20	10
for washing	100	90	30	10
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>130</b>	<b>50</b>	<b>20</b>

The results of calculating the amount of household wastewater are presented in Table 1.12.

**Table 1.12 - the amount of domestic wastewater generated during the period of construction works on the reconstruction of the DWNF Danube - Black Sea**

Name of equipment	Quantity, units	Execution time, days	Number of crew, persons	Amount of wastewater, t
<b>I launch complex</b>				
Coastal equipment (machine-shift)	14797	510	29	369.93
Floating equipment (machine-shift)	13569	510	26	271.38
<b>Total</b>				<b>641.31</b>
<b>II launch complex</b>				
Earthmoving machine ZS-TR-1030	3	660	41	10553.40
Dredger MS-Sh750/2-2300	5	450	35	3937.50
Scow_self-propelled trailer Sh-SD-600,	15	450	12	1620.00
Boatage motor boat	6	450	6	324.00
Diving bot	6	450	13	702.00
Measuring party	6	450	3	162.00

Sea tug	6	450	15	810.00
<b>Total</b>		<b>1.8 years</b>		
<b>III launch complex</b>				
Earthmoving machine ZS-TR-1030	3	1290	41	20627.10
Dredger MS-Sh750/2-2300; Earthmoving machine Z-R 250 "DE-21"	5 2	1920	35	16800.00
Scow self-propelled trailer Sh-SD-600,		1920	12	6912.00
Boatage motor boat	6	1920	6	1382.40
Diving bot	6	1920	13	2995.20
Measuring party	6	1920	3	691.20
Sea tug	6	1920	15	3456.00
<b>Total</b>		<b>5.3 years</b>		<b>52863.90</b>
<b>Overall</b>				<b>71614.11</b>

A total of 71,614.11 tons of domestic wastewater will be generated during the period of execution of the planned works.

### 1.5.2 Assessment by the amount of emissions

The following raw data were used in the calculations of emissions:

#### **dredging works:**

I and II launch complexes - duration of execution - 1.8 years, fuel consumption - 560 tons, equipment:

- earthmoving machine ZS-TR-1030,
- dredger MS-Sh750/2-2300

III launch complex - duration of execution - 5.3 years, fuel consumption - 2850 tons, equipment:

- dredge pump ZS-TR-1030,
- dredger MS-Sh750/2-2300,
- earthmoving machine Z-R 250 "DE-21";

#### **construction of hydrotechnical structures:**

I launch complex. The construction of the 1,670-m-long Northern protective dam and hydraulic dumps - No. 6, No. 9, No. 12b, No. 12c is planned to be built at the same time - duration of execution - 17 months, fuel consumption - 1600 tons, equipment:

- crawler cranes, load capacity 25 t,
- forklifts, load capacity 5 t,

- single-bucket electric crawler excavators, bucket capacity 2.5 m, bulldozers, power 79 kW [108 hp], 96 kW [130 hp],
- road rollers self-propelled vibrating smooth roller, weight 8 t, weight 13 t, self-propelled smooth, weight 5 t,
- barges are not self-propelled when working in closed water areas, carrying capacity 250t, 400-450t,
- diesel tugs when working in a closed water area, power 294 kW [400 hp],
- diving stations on a self-propelled boat with a compressor when working in a closed water area, power 110 kW [150 hp],
- floating cranes when working in closed water areas are self-propelled, load capacity 16 t

II launch complex. Construction of the Southern protective dam, 2970 m long - duration of execution - 22 months, fuel consumption - 1750 tons, equipment:

- crawler cranes, load capacity 25 t,
- bulldozers, power 79 kW [108 hp]
- barges are not self-propelled when working in closed water areas, carrying capacity 250t, 400-450t,
- diesel tugs when working in a closed water area, power 294 kW [400 hp],
- diving stations on a self-propelled boat with a compressor when working in a closed water area, power 110 kW [150 hp],
- floating cranes when working in closed water areas are self-propelled, load capacity 16 t

III launch complex. Construction of jet-stressed structures and shore fortifications. Construction of the continuation of the Southern and Northern dams 1570 m long - duration of execution - 27.2 months, fuel consumption - 2330 tons, equipment:

- crawler cranes, load capacity 25 t,
- barges are not self-propelled when working in closed water areas, carrying capacity 250t, 400-450t,
- diving stations on a self-propelled boat with a compressor when working in a closed water area, power 110 kW [150 hp],
- floating cranes when working in a closed water area are self-propelled, load capacity 16 t,
- bulldozers, power 79 kW [108 hp]

The productivity of earthmoving and multi-scoop dredgers is determined by time standards depending on the conditions of work performance based on the regulatory document - Departmental construction standards "Estimated resource standards for marine dredging and refueling works. Part 1". K., 1999

The survey of the pollutants of rotting speeches in the atmosphere was carried out according to the methods "Method of simplified calculations of the amount of emissions of harmful substances into the atmosphere from stationary sources of enterprises of the Ministry of Autotransport of the Ukrainian SSR, Appendix No. 1 to RD 200 of the Ukrainian SSR 106-82." Kyiv. 1983, "Methodology for calculating emissions of pollutants and greenhouse gases into the air from vehicles", approved by order of the State Statistics Committee of Ukraine No. 452 of November 13, 2008.

Calculations of gross emissions ( $P$ , t) substances into the atmosphere are carried out according to the formula:

$$P = \sum q_i \cdot B \text{ t/year, where}$$

- $q_i$  – specific amount of the  $i$ -th pollutant when burning 1 ton of fuel, t/t  
 $B$  – fuel consumption during work, i.e

*Specific formation of substances*

Name of pollutant	emission by a diesel engine	
	Unit	q
<i>Contaminating substances</i>		
Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	t/t	0.04
Soot	kg/t	15.50
Anhydride sulfurous	t/t	0.02
Carbon oxide	t/t	0.10
Benz(a)pyrene	g/t	0.31
Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	t/t	0.03
<i>Greenhouse gases</i>		
Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]	kg/t	3138
Methane [CH <sub>4</sub> ]	kg/t	0.25

**List of pollutants**, that will be released into the atmosphere, their MPC, hazard classes and gross emissions are presented in the table. 1.13-1.18.

**Table 1.13 - List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere during dredging of the I and II launch complexes**

No.	Code	Name of substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Class of hazard	Emission capacity, tons
			max. one-time	average daily		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	0.2	–	2	22.400
2	328	Soot	0.15	0.05	3	8.680
3	330	Sulfuric anhydride	0.5	0.05	3	11.200
4	337	Carbon oxide	5	3	4	56.000
5	703	Benz(a)pyrene	–	0.00001	1	0.0001736
6	2754	Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -	1	–	4	16.800

		C <sub>19</sub>				
<i>Greenhouse gases</i>						
1	–	Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]				1757.28
2	–	Methane [CH <sub>4</sub> ]				0.14

**Table 1.14 – List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere during dredging operations of the III launch complex**

No.	Code	Name of substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Class of hazard	Emission capacity, tons
			max. one-time	average daily		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	0.2	–	2	114.000
2	328	Soot	0.15	0.05	3	44.175
3	330	Sulfuric anhydride	0.5	0.05	3	57.000
4	337	Carbon oxide	5	3	4	285.000
5	703	Benz(a)pyrene	–	0.00001	1	0.0008835
6	2754	Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	85.500
<i>Greenhouse gases</i>						
1	–	Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]				8943.30
2	–	Methane [CH <sub>4</sub> ]				0.7125

**Table 1.15 - List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere during the construction of the 1,670 m long Northern protective dam and hydro dumps - No. 6, No. 9, No. 12b, No. 12c. I launch complex**

No.	Code	Name of substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Class of hazard	Emission capacity, tons
			max. one-time	average daily		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	0.2	–	2	64.000
2	328	Soot	0.15	0.05	3	24.800
3	330	Sulfuric anhydride	0.5	0.05	3	32.000
4	337	Carbon oxide	5	3	4	160.000
5	703	Benz(a)pyrene	–	0.00001	1	0.0005
6	2754	Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	48.000
<i>Greenhouse gases</i>						
1	–	Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]				5020.80
2	–	Methane [CH <sub>4</sub> ]				0.40

**Table 1.16 - List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere during the construction of the 2,970 m long Southern protective dam. II launch complex**

No.	Code	Name of substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Class of hazard	Emission capacity, tons
			max. one-time	average daily		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	0.2	–	2	70.000
2	328	Soot	0.15	0.05	3	27.125
3	330	Sulfuric anhydride	0.5	0.05	3	35.000
4	337	Carbon oxide	5	3	4	175.000
5	703	Benz(a)pyrene	–	0.00001	1	0.0005425
6	2754	Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	52.500
<i>Greenhouse gases</i>						
1	–	Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]				5491.50
2	–	Methane [CH <sub>4</sub> ]				0.4375

**Table 1.17 - List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere during the construction of the stream directing structure and coastal fortification, the construction of the extension of the South and North dams 1,570 m long. III launch complex**

No.	Code	Name of substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Class of hazard	Emission capacity, tons
			max. one-time	average daily		
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	0.2	–	2	70.000
2	328	Soot	0.15	0.05	3	27.125
3	330	Sulfuric anhydride	0.5	0.05	3	35.000
4	337	Carbon oxide	5	3	4	175.000
5	703	Benz(a)pyrene	–	0.00001	1	0.0005425
6	2754	Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1	–	4	52.500
<i>Greenhouse gases</i>						
1	–	Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]				5491.50
2	–	Methane [CH <sub>4</sub> ]				0.4375



**Table 1.18 – List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere during the performance of all works**

No.	Code	Name of substance	Average daily emission, tons	Emission capacity, tons
1	2	3	6	7
1	301	Nitrogen oxides (on NO <sub>2</sub> )	0.0816	363.600
2	328	Soot	0.0316	140.895
3	330	Sulfuric anhydride	0.0408	181.800
4	337	Carbon oxide	0.2040	909.000
5	703	Benz(a)pyrene	6.3E-07	0.00282
6	2754	Saturated carbohydrates C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0.0612	272.700
<i>Greenhouse gases</i>				
1	–	Carbon dioxide [CO <sub>2</sub> ]	6.4014	28524.420
2	–	Methane [CH <sub>4</sub> ]	0.0005	2.2725

### 1.5.3 Assessment of water pollution

Factors causing pollution of bodies of water during construction works on the highway of DWNF in Danube - Black Sea are:

- damage to the surface of the bottom in the places of dredging, creation of a protective dam and dumping of soil;
- inflow of suspended and dissolved pollutants from resuspended and stored bottom sediments into the water during the period of creation and operation of the shipping lane;
- entry of polluting substances into the water in case of violation of the regime of passage of vessels and in case of accidents.

On this section of the Kiliyskyi arm from Vylkove to Reni, where shipping is carried out for a long time, the main factor affecting the aquatic ecosystem is dredging that is periodically carried out here. The main impact process that occurs in this case is an increase in water turbidity, the arrival of biogenic and polluting substances from bottom sediments in dissolved form and adsorbed on silt particles. This kind of secondary pollution regularly occurs in the Danube Delta under natural conditions during periods of increased water flow accompanied by an increased content of suspended and floating sediments.

Deterioration of water quality, which occurs as a result of dredging, according to a whole range of estimated and standardized indicators, violation of the oxygen regime and strengthening of eutrophication processes are only partially synchronously associated with the work of dredging equipment. It is also due to the inflow of pollutants from temporary coastal dumps (mainly during

intense rainfall) and the direct destruction of benthos organisms on the deepening areas of the bottom, which leads to the slowing down of water self-purification processes for a long period. Changes in the morphometry and orography of the bottom surface, qualitative and granulometric composition of the bottom soils have an even more lasting effect, which, in turn, makes changes to the hydrodynamic and lithodynamic regime. All the described processes lead to a change in the environment of hydrobionts, their partial death, violation of the reproduction conditions of ichthyofauna.

Comparison of the bottom areas damaged during dredging operations in the Reni-Vylkove area (3.257 km<sup>2</sup>), with the total area of the river bottom in this section (about 80 km<sup>2</sup>) shows that, in total, about 4% of benthic biocenoses will be damaged during the construction period, and this cannot affect the water ecosystem of the site. Therefore, the main impact on water quality during the construction period will be the entry of pollutants from bottom sediments into the water, the main source of which is soil loss during dredging operations, which according to current norms is 2–5% of the extracted soil, depending on the type of dredger ( table 1.19). A comparison of the mass of soil loss in this section of the shipping lane for the entire construction period and the amount of the annual flow of suspended sediments along the Kiliyskyi arm shows that the man-made increase in the annual flow of sediments may amount to about 1.5% and will not affect the hydrophysical conditions of the delta, as it will be within the limits of the interannual fluctuations of this indicator

**Table 1.19 – Estimated volumes of soil losses during dredging operations**

Name of plot	Construction		Operational cleaning	
	The volume of losses, thousand m <sup>3</sup>	The volume of discharges of small fractions, thousand cubic meters <sup>3</sup>	The volume of losses, thousand m <sup>3</sup> / hour	The volume of discharges of small fractions, thousand m <sup>3</sup> / hour
Reni-Vylkove	126.3	6.32	16.0	0.8
Vylkove-sea	29.80	1.49	5.0	0.25
Bar part	149.94	7.50	12.5	0.63

Small fractions, which on average make up about 5% of the volume of bottom sediments, play the greatest role in the deterioration of water quality due to soil loss. It is these fractions that adsorb the maximum amount of pollutants and form a stable suspension that spreads over considerable distances with the flow of water.

It is no less important to assess the predicted increase in pollutants in the dredging area directly during the operation of the dredgers.

Such a calculation was made for the working conditions of two dredgers with a passport capacity of 1000 m<sup>3</sup> on one site<sup>3</sup> of soil per hour each. The volume of simultaneously mined soil  $w$  accepted 1200 m<sup>3</sup>/hour, taking into account the asynchrony of their work and wear and tear. In the calculations, the density of previously loosened soil  $\rho$  accepted 1.6 g/cm<sup>3</sup>. The estimated water consumption is the minimum annual consumption of 95% of the supply, which is equal to the creation of the town Kiliya 1350 m<sup>3</sup>/s, and the minimum flow rate observed in this section of the channel is 850 m<sup>3</sup>/with. As the most pessimistic assumption, it is accepted that all pollutants and biogenic substances, which were in the mass of soil lost during development, remain in the water column. When calculating the increase in the content of suspended solids in water, it was assumed that the fraction of bottom sediments, which forms a stable non-sedimenting suspension, is 5% of the mass of soil losses.

The average hourly increase in the concentration of pollutants  $\Delta A_v$  in the flow of water that passed through the plane of the Kiliyskyi arm, in which work is carried out to clear the overburden, was determined as the ratio of the mass of the stable suspension  $\Delta M$ , which enters the water for 1 hour of work, to the hourly consumption of river water  $Q$  in the creation of works:  $\Delta C_{av} = \Delta M/Q$ ,

On calculated conditions  $\Delta M = w \cdot \rho \cdot 2\% \cdot 5\%$ ;

For the conditions of the minimum annual expenditure of 95% of security in the creation below Kiliya (1350 m<sup>3</sup>/s or 4860000 m<sup>3</sup>/hour)

$$\Delta C_{av} = 1200 \cdot 1.6 \cdot 0.02 \cdot 0.05 / 4860000 = 3.95e-7 \text{ t/m}^3 = 0.395 \text{ mg/dm}^3.$$

At the minimum observed consumption of 800 m<sup>3</sup>/with  $\Delta C_{ep}$  will be 0.68 mg/dm<sup>3</sup>.

At the same time, the requirements of SanPiN 4630-88 are met, according to which in points of cultural and domestic water use, with a background content of pollutants in watercourse water up to 30 mg/l, the increase in their content should not exceed 0.75 mg/dm<sup>3</sup>. The standard set for category 1 fishery reservoirs is not followed, according to which the content of pollutants in water should not increase by more than 0.25 mg/dm<sup>3</sup>. The results of predictive calculations of the spread of suspended solids in the channel channels below the dredging site are given in Chapter 9.

Among biogenic substances, the largest relative increase in the hours of intensive dredger work can be achieved for the gross content of phosphorus compounds (by 16.2% with a flow of river water of 1350 m<sup>3</sup>/c). For periods of time corresponding to cycles of biological production processes (a day or more), the average increase in the concentration of phosphorus in water is predicted to be an order of magnitude lower than that obtained during the calculation and cannot significantly affect the level of trophicity of the delta areas located below. The increase in the concentration of gross nitrogen will amount to slightly more than 0.1% in the calculated conditions, which may affect the processes of eutrophication.

The total content of organic substances during dredging (according to BOD indicators<sub>5</sub> and COD) may increase by 5–6% for a short time, the concentration of petroleum products – by 9%. Among heavy metals, the largest increase in concentration is predicted for manganese - up to 11.5%. Increases in the concentration of other metals and toxic organic substances will not exceed 2.5%. Thus, an increase in the concentration of pollutants in water during the construction period can lead to only short-term and local effects on water quality, without changing the overall sanitary and toxicological situation in the Kiliya Delta of the Danube.

The main negative effects on the quality of the sea water during the construction period are caused by the work on the laying of the sea access channel through the bar of the Bystre arm and the creation of a protective dam. At the same time, the main damage will be caused to benthos organisms both due to deterioration of water quality and due to damage to large areas of the bottom. However, the benthos in this area is adapted to exist in the conditions of active bottom relief reshaping processes, constant removal of pollutants and sediments, which is why it is able to quickly recover after the cessation of man-made factors, which in this case are analogous to the effects of the avandelta environmental factors.

The centre of water pollution in the area of the bar will exist only during the operation of the dredgers, and then it will be quickly dispersed by the flow of the Bystre arm and sea currents.

In the area of soil dumping, local long-term pollution of the seabed and short-term pollution of the water mass is predicted. The consequences of dumping are predicted as the death of benthic biocenoses, deterioration of the oxygen regime, increase in trophicity, toxic to hydrobionts.

The impact of ships on water quality under normal operating conditions is predicted to be insignificant. Ballast and domestic sewage must be delivered to special vessels under shipping conditions. Heated waters of engine cooling systems belong to the category of "conditionally clean" and in the volumes that are discharged, they cannot significantly affect the quality of river water.

The most serious negative in all sections of the DWNF can be caused by accidents during the passage of ships. According to estimates, the probability of emergency situations for shipping that meets international navigation requirements is extremely low.

For the aquatic environment, the most dangerous accidents are accidents accompanied by the spillage of oil products or other toxic substances. When analysing the possible consequences of such accidents on the section of the Bystre arm, it is important to take into account that its channel is separated from the river by thrust shafts that act as barriers. Thus, the centre of pollution that arose as a result of the accident will first be carried to the coastal area of the sea, and only from there the pollutants can spread into the sea.

At the same time, even with the rejection of the Arrangement of a DWNF in the Ukrainian part of the Danube Delta, a potential threat to the hydrobiocenoses of the DBR will remain ship

accidents, possible in the upper navigable sections of the Danube, since the focus of water pollution that arose as a result of such an accident will inevitably spread downstream to the borders DBR

A more detailed assessment of the risks and consequences of accidents on the DWNF Danube river - Black sea route is presented in section 5.4.

#### **1.5.4 Assessment of air pollution**

#### **1.5.4 Assessment of air pollution**

##### ***Mobile sources of air pollution***

Quantitative characteristics of mobile sources of air pollution during construction. given above in point 1.5.2.

Components of vehicle exhaust gases that can be considered toxic, - are nitrogen oxides (in terms of  $\text{NO}_2$ ), sulfuric anhydride, carbon monoxide, soot, benz(a)pyrene, hydrocarbons  $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{19}$ .

In addition, the following greenhouse gases are released into the atmosphere: carbon dioxide [ $\text{CO}_2$ ], methane [ $\text{CH}_4$ ].

*Nitrogen oxides (in terms of  $\text{NO}_2$ )*, which evaporate into the atmosphere, represent a serious danger to the ecological situation, because they can cause acid rain, and they are also toxic substances that cause irritation of mucous membranes.

*Nitrogen dioxide  $\text{NO}_2$*  – red-brown gas with a characteristic pungent smell. *Nitrous oxide (IV)* - highly toxic.

Even in small concentrations, it irritates the respiratory tract, in large concentrations it causes pulmonary edema, and also causes changes in blood composition, in particular, reduces the hemoglobin content in the blood.

Action on the human body *nitrogen dioxide* reduces resistance to diseases, causes oxygen starvation of tissues, especially in children.

Enhances the action of carcinogenic substances, promotes the emergence of malignant neoplasms. Even at low concentrations of only  $0.23 \text{ mg/m}^3$ , a person feels the presence of this gas. This concentration is the detection threshold *nitrogen dioxide*.

However, the body's ability to sense  $\text{NO}_2$  disappears after 10 minutes of inhalation, but at the same time dryness and itching in the throat is felt. Although these signs disappear with long-term exposure to gas in a concentration that is 15 times higher than the detection threshold.

So,  $\text{NO}_2$  weakens the sense of smell. But *nitrogen dioxide* affects not only the sense of smell, but also weakens night vision - the eye's ability to adapt to darkness. This effect is observed

at a concentration of  $0.14 \text{ mg/m}^3$ , which, accordingly, is below the detection threshold.  $\text{NO}_2$  causes an increase in effort spent on breathing.

This reaction was observed in healthy people at  $\text{NO}$  concentration only  $0.056 \text{ mg/m}^3$ , which is four times lower than the detection threshold. And people with chronic lung diseases experience difficulty breathing already at a concentration of  $0.038 \text{ mg/m}^3$ .

*Nitrous oxide* – relatively non-toxic, but it is easily oxidized in air to *nitrogen dioxide*:  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ .

Ukraine has established the following environmental standards for content *nitrogen oxides* in the atmospheric air of populated areas: for *nitrogen dioxide* the maximum single maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{m.r.}}$ ) is  $0.2 \text{ mg/m}^3$ , and the average daily maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{a.d.}}$ ) -  $0.04 \text{ mg/m}^3$ ; , grade of hazard - 3, for *nitric oxide*  $\text{MPC}_{\text{m.s.}} = 0.4 \text{ mg/m}^3$ ,  $\text{MPC}_{\text{a.d.}} = 0.06 \text{ mg/m}^3$ , grade of hazard - 3.

*Carbon dioxide CO* – (carbon monoxide, carbon monoxide, carbon monoxide) — colourless gas without taste or smell. Chemical formula —  $\text{CO}$ .

Carbon monoxide concentration in the air of 12.5-74% is explosive.

At a high concentration of carbon monoxide, people and animals suffocate.

When its concentration in the air is up to 3%, rapid breathing is observed in a person, more than 10% - loss of consciousness and even death.

Getting into the lungs, carbon monoxide displaces oxygen from its connections with blood hemoglobin, as a result of which hemoglobin ceases to participate in the transfer of oxygen to tissues.

When the body does not receive enough oxygen, the process of tissue respiration is disrupted. First of all, this disorder affects the organs of the central nervous system, oxygen deficiency affects the cerebral cortex, a disorder of higher nervous activity begins.

In addition to concentration *carbon monoxide* in inhaled air, the degree of poisoning is also affected by the duration of a person's stay in the atmosphere containing it *carbon monoxide*.

In persons constantly inhaling air even with a small content *carbon monoxide* , a manifestation of chronic poisoning is observed *carbon monoxide*.

Ukraine has established the following environmental standards for content *carbon monoxide* in the atmospheric air of populated areas: the maximum single maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{m.s.}}$ ) is  $5.0 \text{ mg/m}^3$ , and the average daily maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{a.d.}}$ ) -  $3.0 \text{ mg/m}^3$ , ggrade of hazard - 4.

*Sulfur dioxide SO<sub>2</sub>* – (sulfuric anhydride, sulfur gas) colourless gas with a characteristic pungent smell. Chemical formula -  $\text{SO}_2$ .

*Sulfur dioxide* in nature occurs in volcanic gases. At  $-10.5^{\circ}\text{C}$ , it thickens into a colourless liquid, which solidifies at a temperature of  $75^{\circ}\text{C}$  into a crystalline mass. The critical temperature is  $157.3^{\circ}\text{C}$ , the critical pressure is 77.8 atm.

*Sulfur dioxide* well soluble in water with the formation of sulfuric acid  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Oxygen oxidizes  $\text{SO}_2$  at high temperatures in the presence of catalysts; can be oxidized to  $\text{SO}_3$  and  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and recover to S; with aqueous solutions of alkalis  $\text{SO}_2$  will form salts of sulfuric acid. Thermally  $\text{SO}_2$  very stable; its dissociation into S and  $\text{O}_2$  is noticeable or SO and O occurs only around  $2800^{\circ}\text{C}$ .

*Sulfur dioxide* toxic. Sulfur gas is especially harmful to trees, it leads to chlorosis (yellowing or discolouration of leaves) and dwarfism.

It can enter the body through the respiratory tract during the burning of sulfur ores (in the production of sulfuric acid) at copper smelters, when burning fuel containing sulfur, in forges, boiler houses, at superphosphate plants, thermal power plants, etc.

By itself, this gas does not cause significant damage to the health of the population, but in the atmosphere it reacts with water vapour with the formation of a secondary pollutant - sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Drops of acid are carried over considerable distances and, getting into the lungs, destroy them greatly. The most dangerous form of air pollution is observed during the reaction *sulfuric anhydride* with suspended particles, which is accompanied by the formation of sulfuric acid salts, which, when inhaled, penetrate into the lungs and settle there.

In mild cases of poisoning *sulfur dioxide* cough, runny nose, lacrimation, dry throat, chest pain appear. In acute poisoning of medium severity, in addition, headache, dizziness, general weakness, pain in the chest area; during examination - signs of chemical burns of the mucous membranes of the respiratory tract.

Long lasting effect *sulfur dioxide* can cause chronic poisoning. It appears atrophic rhinitis, tooth decay, which is often aggravated by toxic bronchitis with attacks of dyspnea. Possible damage to the liver, blood system, development pneumosclerosis. Prevention: sealing of production equipment, effective ventilation, trapping *sulfur dioxide* from tail and flue gases, individual respiratory protection (gas mask).

Ukraine has established the following environmental standards for content *sulfur dioxide* in the atmospheric air of populated areas: the maximum single maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{m.s.}}$ ) is  $0.5 \text{ mg/m}^3$ , and the average daily maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{a.d.}}$ ) -  $0.05 \text{ mg/m}^3$ , grade of hazard - 3.

*Soot* powdery residue from incomplete oxidation carbon-containing substances

The soot contained in the exhaust gases is more toxic than ordinary dust. On the surface of particles of *soot* adsorbed carcinogenic substances.

Due to the incomplete combustion of fuel in the car engine, part of the hydrocarbons turns into *soot*, containing resinous substances.

Smoke of diesel engines, consisting mainly of *soot*, is considered particularly dangerous due to the fact that its particles have carcinogenic properties.

*Soot* is included in the category of particles dangerous for the lungs, because particles less than five micrometers in diameter linger in the lungs, respiratory tract, and cause allergies. Like every aerosol, *soot* and pollutes the air, impairs visibility on the roads, but, most importantly, it adsorbs heavy aromatic hydrocarbons, including *benz(a)pyrene*.

*Soot* (suspended particles less than 10  $\mu\text{m}$  in size) can cause diseases of mucous membranes and respiratory organs, as well as conjunctivitis and dermatitis.

*Soot* is also one of the short-lived factors affecting the climate, contributing to the warming of the Earth's atmosphere.

Epidemiological studies provide sufficient evidence of a statistical relationship of cardiovascular morbidity and mortality with the influence of soot. From the results of toxicological studies, it follows that *soot* can act as a universal carrier of a wide variety of chemical agents of varying degrees of toxicity in the human body. Although *soot*, apparently, is not the main, directly toxic component of fine suspended particles, reducing the exposure levels of suspended particles containing *soot*, should reduce their negative impact on health, and will also contribute to mitigation (mitigation) of climate change processes.

Ukraine has established the following environmental standards for content of *soot* in the atmospheric air of populated areas: the maximum single maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{m.s.}}$ ) is  $0.15 \text{ mg/m}^3$ , and the average daily maximum permissible concentration ( $\text{MPC}_{\text{a.d.}}$ ) -  $0.05 \text{ mg/m}^3$ , grade of hazard - 3.

*Benz(a)pyrene* (or 3,4-benzpyrene, benzpyrene, benzapyrene) is a polycyclic aromatic hydrocarbon formed under the influence of high temperature on some organic substances. It is the most widespread in the environment from a number of carcinogenic polyaromatic hydrocarbons (surfactants).

*Benz(a)pyrene*, it is an organic substance of the 1st class of danger (extremely dangerous), a carcinogen (capable of causing the formation of malignant and benign tumors in humans), the main routes of entry into the human body are inhalation, skin, transplacental. In experimental studies *benz(a)pyrene* was tested on nine species of animals, including monkeys. With all these methods of exposure, it was possible to cause malignant tumors in animals. An important factor in carcinogenesis by polycyclic hydrocarbons is the relative rate of synthesis and destruction of carcinogenic intermediate compounds. Some metabolites are excreted in the bile.



In a molecularly dispersed state *benz(a)pyrene* can be present only in very small quantities. In the air, it is mainly associated with solid particles of atmospheric dust. Solid particles containing *benz(a)pyrene*, fall out of the air rather quickly as a result of sedimentation (destruction of the colloid and precipitation), as well as with atmospheric precipitation and pass into the soil, plants, groundwater and reservoirs. This causes a fairly large variability of concentration of *benz(a)pyrene* in atmospheric air, which depends not only on the intensity of its emission from the pollution source, but also on meteorological conditions. Being chemically relatively stable, *benz(a)pyrene* can migrate from one object to another for a long time. As a result, many objects and processes of the environment themselves do not have the ability to synthesize *benz(a)pyrene*, become its secondary sources.

Soils and soils in areas adjacent to highways experience regular chemical pollution with heavy metals, petroleum products, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), which are contained mainly in gas and dust emissions from motor vehicles. The situation is complicated by the fact that the driveways outside the side lawns of the primary highway are actively used as car parks, often short-term. As you know, the exhaust gases produced when the car engine warms up are more enriched with toxic substances, especially surfactants (including *benz(a)pyrene*). Therefore, the level of chemical pollution in these areas is quite high.

*Benzo(a)pyrene* in the environment it accumulates mainly in soil, less in water. From the soil, it enters plant tissues and continues its movement further in the trophic chain, while at each step of its content *benz(a)pyrene* in natural objects increases by an order of magnitude.

Ukraine has established the following environmental standards for content *benz(a)pyrene* in the atmospheric air of populated areas: average daily maximum permissible concentration (MPC<sub>a.d.</sub>) is 0.00001 mg/m<sup>3</sup>, grade of hazard - 1.

*Hydrocarbons* - organic compounds consisting of carbon and hydrogen atoms.

*Hydrocarbons* are not toxic in small concentrations, but participate in the formation of smog. They are contained in all types of liquid automobile fuel and enter the atmosphere as a non-combustible part of the fuel during the exhaust of exhaust gases.

*Hydrocarbons* at atmospheric pressure, they practically do not dissolve in human blood and do not interact with its vital components, so they do not have an obvious poisonous effect on the human body. However, with significant concentrations in the air or with long-term inhalation of air with a low vapour content, a harmful and dangerous effect on human health is observed.

Effect on the body of *hydrocarbons* is expressed in disorders of the functional state of the central nervous system. This is related to the narcotic effect of *hydrocarbons*. Effective in very low concentrations of *hydrocarbons* leads to functional disorders of the nervous system, neurasthenia, vegetative neurosis, irritability and irritability - up to severe dizziness with sudden head

movements. *Hydrocarbons*, which are emitted into the air during the operation of transport, cause general weakness, headache, less often - a feeling of noise in the head.

Ukraine has established the following environmental standards for content *hydrocarbon hydric C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>* in the atmospheric air of populated areas: the maximum single maximum permissible concentration (MPC<sub>m.s.</sub>) is 1.0 mg/m<sup>3</sup>, grade of hazard - 4.

*Greenhouse gases* - gaseous components of the atmosphere of natural or anthropogenic origin that absorb and emit infrared radiation.

*Carbon dioxide [CO<sub>2</sub>]* is the most important source of climate change, which is estimated to be responsible for about 64% of global warming. The amount of time in which approximately 63% of the gas is expelled from atmosphere, is called the effective period of residence. Estimated effective residence time for *carbon dioxide* ranges from 50 to 200 years.

*Methane [CH<sub>4</sub>]* - has both natural and anthropogenic origin. For a share *methane* accounts for approximately 20% of global warming. Throw it out *methane* is a significant source of greenhouse gases.

Since the construction equipment and ships that will pass through the waterway are dispersed along the length of the DWNF, and the work sites are sufficiently far from populated areas, under normal conditions, the above-standard impact of mobile sources of emissions on atmospheric air quality and negative impact on the health of the population of the planned reconstruction activities and further operation of the DWNF is not expected.

### ***Permanent sources of air pollution***

Permanent sources of atmospheric air pollution of the planned activity are the hydraulic dump of dredging soils between the existing dam and the designed northern enclosing dam with a capacity of 1.64 million m<sup>3</sup> and four coastal hydraulic impoundments with a capacity of 3,416 million cubic meters<sup>3</sup> with a total area of 63.53 hectares (see fig. 1.1 and 1.5–1.10).

**Justification of the impact of emissions of pollutants into the atmosphere from hydraulic dumps.** The main pollutant contained in emissions from coastal hydraulic dumps is *ammonia* (manual on inventory of atmospheric emissions. "CORINAIR", EMEP, B\_9105, item 8)

*Ammonia NH<sub>3</sub>* - a colourless gas with a characteristic sharp smell and acrid taste, lighter than air, well soluble in water.

*Ammonia* - one of the most common industrial chemicals used in industry and trade. Also, ammonia is constantly formed in all organs and tissues of the human body. It is indispensable in many biological processes and serves as a precursor for the formation of amino acids and the synthesis of nucleotides.

In nature *ammonia* is formed during the decomposition of nitrogen-containing organic compounds. Under normal conditions, ammonia easily liquefies under pressure, and during evaporation it absorbs heat and cools down a lot.

As a liquid *ammonia* is lighter than water, has a lower density and forms a weak smoke in the air. Flammable, forms explosive mixtures with air, poisonous. Especially dangerous for eyes.

*Ammonia* starts to interact immediately after contact with moisture on the surface of the skin, eyes, mouth, respiratory tract and partially mucous surfaces and forms very caustic ammonium hydroxide. Ammonium hydroxide causes tissue necrosis by disrupting cell membranes, leading to cell destruction. Once the protein and cells break down, water is drawn out as a result of the inflammatory response, leading to further damage.

Signs of poisoning by *ammonia* - strong cough and shortness of breath; a cut in the eyes; pulse frequency disturbance; redness of the skin; irritation of mucous membranes and skin. After contact with liquid *ammonia* frostbite occurs, burns with blisters, ulcers are possible.

Inhalation vapours of *ammonia* can burn the respiratory tract, lead to toxic poisoning of the body. With long-term excessive exposure of *ammonia* serious disorders occur in the body. The reproductive system of humans and animals is especially sensitive.

Ukraine has established the following environmental standards for content of *ammonia* in the atmospheric air of populated areas: the maximum single maximum permissible concentration ( $MPC_{m.s.}$ ) is  $0.2 \text{ mg/m}^3$ , and the average daily maximum permissible concentration ( $MPC_{a.d.}$ ) -  $0.04 \text{ mg/m}^3$ , grade of hazard - 4.

The criterion for assessing the state of the air environment is the standards of environmental safety of atmospheric air: maximum pollutants concentrations (MPC) in the atmosphere.

**Characteristics of the sources of emissions of pollutants into the atmosphere.** Emissions from the inter-dam hydraulic dump, in comparison with the coastal hydraulic dump, will cause the least negative impact on the environmental factors and the health of the population, as it is the most distant from the objects of influence, therefore, dispersion calculations were carried out for four coastal hydraulic dump.

The number of sources of emission of pollutants into the atmosphere is 4. The sources of emission of pollutants into the air from the projected coastal landfills are:

**hydraulic dump #6** is located near Malyi Daller island and consists of two plots. In the plan, the territory is located on the marks from -0.25 m to 0.65 m. The arrangement of primary collapse dams is provided for two separate plots separated by a 10-meter strip. The perimeter of the first plot is 1,944 m, the second - 1,502, the area is 35 hectares. The capacity of the landfill is  $1,785,000 \text{ m}^3$ . The main pollutant: *ammonia*;

**hydraulic dump No. 9** located near Velykyi Daler island and Kyslytsia island. In the plan, the territory is located at the marks from -0.75 m to 0.65 m. The arrangement of primary embankment dams is provided for one site, the perimeter of which is 1413 m, the area is 13 hectares. The capacity of the landfill is 699,000 m<sup>3</sup>. The main pollutant: *ammonia*;

**hydraulic dump No. 12b** located near Kiliya. In the plan, the territory is located at elevations from 0.75 to 2.26 m. The arrangement of primary embankment dams is provided by one site, the perimeter of which is 1617 m, the area is 10 hectares. The capacity of the landfill is 600,000 m<sup>3</sup>. The main pollutant: *ammonia*;

**hydraulic dump No. 12c** is two separate areas separated by the Lapysh canal. Territorially, the plots are located near towns Kiliya and Vylkove. In the plan, the territory is located at a mark of 0.3 to 1.6 m. The perimeter of the first site is 1,388 m, the second - 644 m, the area is 5.53 ha. The capacity of the landfill is 331,800 m<sup>3</sup>. The main pollutant: *ammonia*.

**Calculation of emissions of pollutants into the atmosphere** performed according to the simplified "CORINAIR" method (Посібник з інвентаризації атмосферних викидів. «CORINAIR», ЕМЕП, В\_9105, п.8)

Calculations of gross emissions (P, t) substances into the atmosphere are carried out according to the formula:

$$P = q_{\text{NH}_3} \cdot B \cdot k_{\text{org}} / 100 / k_{\text{year}} \cdot 10^{-6} \text{ t/year, where}$$

$q_{\text{NH}_3}$  – specific amount of ammonia formed in organic waste from the landfill, g/t

$$q_{\text{NH}_3} = 240 \text{ g/t}$$

$B$  – landfill capacity, t

$$B = g \cdot V \text{ t/year, where}$$

$g$  – soil density, t/m<sup>3</sup>

$$g = 1.6 \text{ t/m}^3$$

$V$  – landfill capacity, m<sup>3</sup>

$$g = 1.6 \text{ t/m}^3$$

$k_{\text{org}}$  – content of organic waste in the soil, %

$$k_{\text{org}} = 3 \%$$

$k_{\text{year}}$  – total time of soil washing in hydraulic dump, year

$$k_{\text{year}} = 5.3 \text{ years}$$

The power of ammonia emission (M, g/sec) is determined by the formula:

$$M = R / T / 0.0036 \text{ g/sec, where}$$

T – operating time of the source, hours/year

$$T = 8760 \text{ hours/year}$$

Initial data and calculation results are presented in the form of a table

name	V, m <sup>3</sup>	emission power	
		g/sec	t/year
hydraulic dump #6	1,785,000	0.12303	3.87985
hydraulic dump No. 9	699,000	0.04818	1.51934
hydraulic dump No. 12b	600,000	0.04135	1.30415
hydraulic dump No. 12c	331,800	0.02287	0.72120

The list of pollutants that will be released into the atmosphere, its MPC, hazard classes and gross emissions are presented in the table. 1.20.

**Table 1.20 – List and volumes of pollutants that will be released into the atmosphere from landfills**

No.	Code	Name of substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Class of hazard	Emission power	
			max. one-time	average daily		g/sec	t/year
hydraulic dump #6							
1	303	Ammonia	0.2	0.04	4	0.12303	3.87985
hydraulic dump No. 9							
1	303	Ammonia	0.2	0.04	4	0.04818	1.51934
hydraulic dump No. 12b							
1	303	Ammonia	0.2	0.04	4	0.04135	1.30415
hydraulic dump No. 12c							
1	303	Ammonia	0.2	0.04	4	0.02287	0.72120

**Spatial and planning decision:**

**Hydraulic dump No. 6** is located near Malyi Daller island and consists of two plots.

The nearest settlement, village Kyslytsia, is 2.5 km from the building.

The coordinates of the source of pollutant emission into the atmosphere are taken in the conventional coordinate system. The centre of the conditional (arbitrary) coordinate system ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ) is taken as the lower left corner of the dump border.

The situational map-diagram of the location of the hydraulic dump with the source of pollutant emissions into the atmospheric air is shown in fig. 1.11, fully characterizes the area affected by the dump.

The nearest territory of the Izmail Islands is Malyi Daller island. The shortest the distance between the border of the island in this territory and the plot **hydraulic dump No. 6** is 380 m (point 17 in Fig. 1.11).

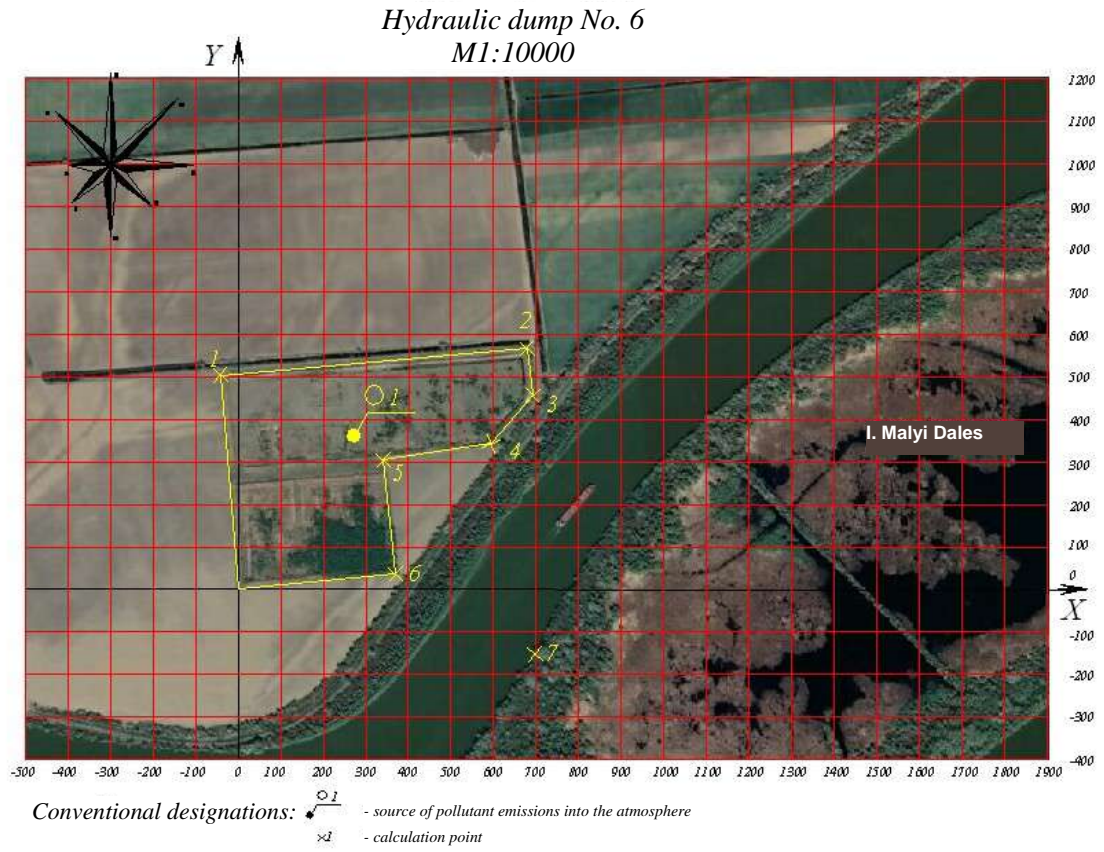
**Hydraulic dump No. 9** located near Velykyi Daller island and Kyslytsia island.

The nearest settlement, the village of Kyslytsia, is 5.8 km from the building.

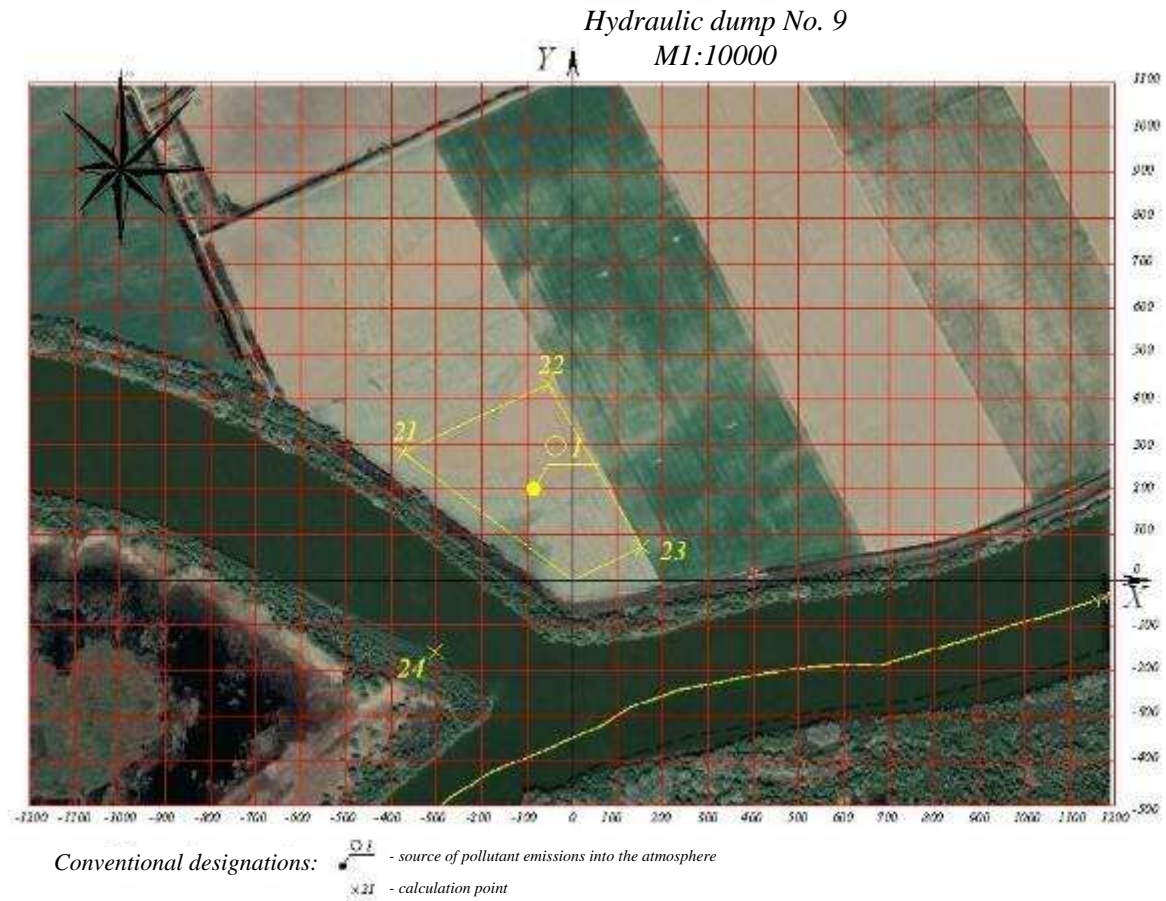
The coordinates of the source of pollutant emission into the atmosphere are taken in the conventional coordinate system. The centre of the conditional (arbitrary) coordinate system ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ) is taken as the lower corner of the dump border.

The situational map-diagram of the location of the hydraulic dump with the source of pollutant emissions into the atmospheric air is presented in Fig. 1.12, it fully characterizes the zone of influence of the dump.

The nearest territory of the Izmail islands is the Velykyi Daller island. The shortest distance between the border of the island in this territory and the plot **hydraulic dump No. 9** is 300 m (point 24 in Fig. 1.12).



**Figure 1.11 Situational map-diagram of the placement of hydraulic dump No. 6**





**Figure 1.12 Situational map-diagram of the placement of hydraulic dump No. 9**

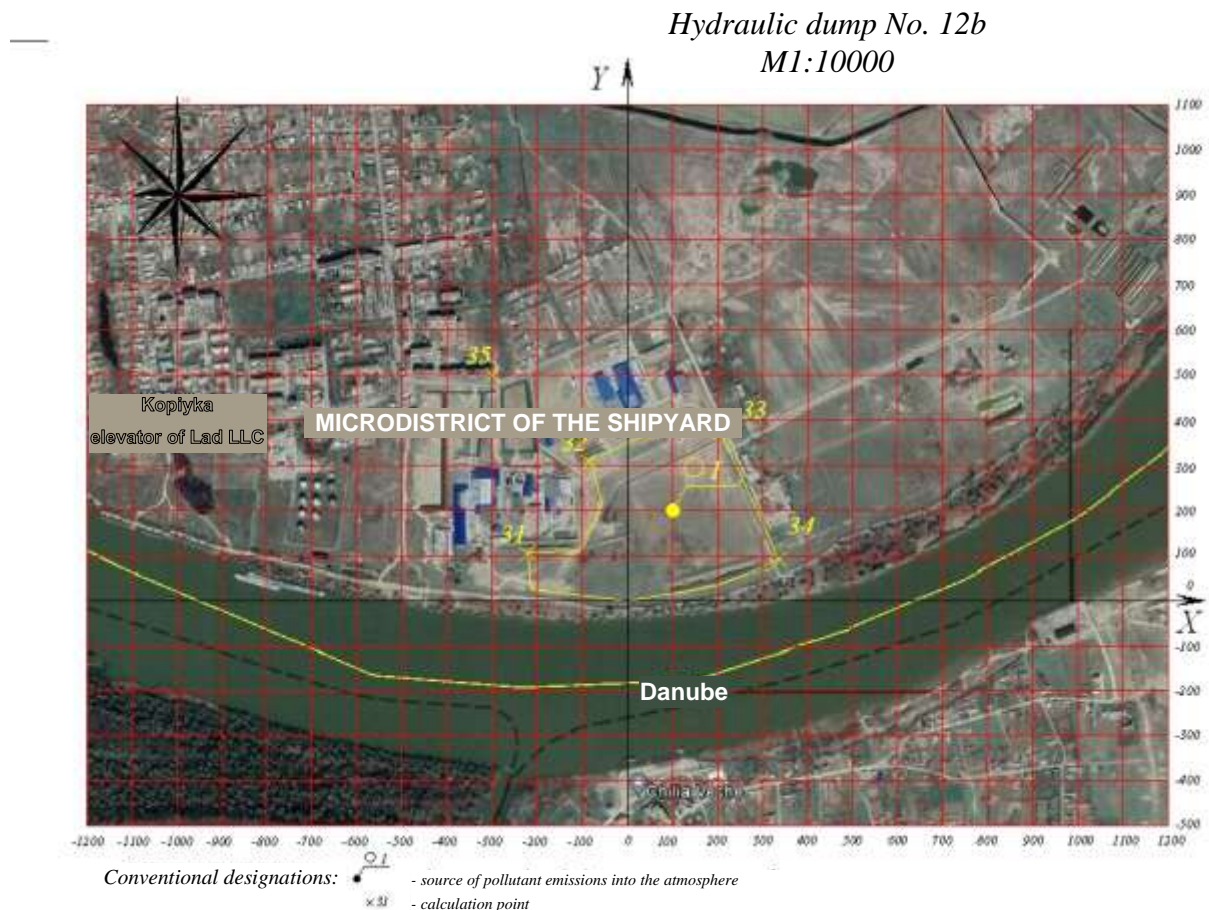
**Hydraulic dump No. 12b** located near town Kiliya. The nearest residential area is 400 m from the building.

The coordinates of the source of pollutant emission into the atmosphere are taken in the conventional coordinate system. The centre of the conditional (arbitrary) coordinate system ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ) is taken as the lower corner of the dump border.

The situational map-diagram of the location of the hydraulic dump with the source of pollutant emissions into the atmospheric air is shown in fig. 1.13, fully characterizes the area affected by the dump.

The nearest residential building is Kiliya (Timoshenko str.) . The shortest distance between the boundary of the residential zone in this territory and the plot **hydraulic dump No. 12b** is 400m (point 35 in fig. 1.13).

**Hydraulic dump No. 12c** is two separate plots separated by the Lapysh canal. Territorially, the plots are located near towns Kiliya and Vylkove. The nearest residential area of town Kiliya is at a distance 5 km from the building. It is impractical to calculate surface concentrations, since the power of ammonia emission is too low and there are no settlements and territories with increased requirements for atmospheric air protection near the hydraulic dump.





**Figure 1.13 Situational map-diagram of the placement of hydraulic dump No. 12b**

**Calculation conditions.** The assessment of the impact of emissions of pollutants on the state of atmospheric air pollution is carried out based on the results of calculations of the dispersion of pollutants in atmospheric air in the manner established by legislation: on the border of the sanitary protection zone; in the agricultural zone; in the recreation area.

The hygienic criterion for determining the maximum permissible emissions of pollutants into the atmosphere is the compliance of their calculated concentrations at the border of the SPZ with hygienic standards.

The calculation of concentrations of pollutants in the surface layer of the atmosphere was performed using the automated system for calculating atmospheric pollution EOL (version 3.5), recommended and approved by the Ministry of Natural Resources of Ukraine on 02/15/96. Calculation modules of the system implement OND-86.

For ammonia, the background concentration outside the population centres is taken equal to 0.4 MPC.

Meteorological characteristics and coefficients that determine the conditions of dispersion of pollutants in the atmospheric air are taken from the data of the Kiliya hydrometeorological station (table. 1.21)

**Table 1.21 - Meteorological characteristics and coefficients that determine conditions of dispersion of pollutants in the atmosphere in the air**

Name of characteristics	Amount
The coefficient that forliesfrom stratification of the atmosphere, A	200
Terrain coefficient	1
Average maximum outdoor air temperature of the hottest month of the year, T, °C	35.5
Average outdoor air temperature of the coldest month (for boiler rooms operating according to the heating schedule), T, °C	-12.7
Average annual wind rose, %	
N	16
NE	17
E	9
SE	10
S	11
SW	10
W	6
NW	11
Wind speed (based on long-term average data), the repetition of which is exceeded by 5%, U*, m/s	15

The calculation is performed in an arbitrary coordinate system, with the orientation of the OY axis to the north.

The type of the settlement territory is the territory with increased requirements for the protection of atmospheric air.

The value of coefficient A, which depends on the temperature stratification of the atmosphere, is taken equal to 200.

The average maximum outdoor air temperature of the hottest month of the year is 35.4°C, and the average outdoor air temperature in the coldest month is -12.4°C.

The calculated wind speeds are taken equal to the average wind speed ( $U_{ws}$ ) –  $0.5U_{ws}$ ,  $U_{ws}$ ,  $1.5U_{ws}$ , which lie in the interval from the minimum (0.5 m/s) to the maximum ( $U^* = 15$  m/s) of wind speeds observed in the area where the projected hydro dumps will be located.

The coefficient n, which takes into account the influence of the topography of the area on the dispersion of impurities, was adopted on the basis of the analysis of cartographic materials equal to one ( $n = 1$ ), because the height difference in the area where the enterprise is located does not exceed 50m per 1km.

The field of maximum surface concentrations was calculated as sites:

**hydraulic dump #6** size 5000m×5000m with a step of 100m. In addition to the nodes of the calculation grid, the level of pollution was determined at the calculation points: on the border of the Izmail islands – point No. 17, and on the borders of the dump – points No. No. 11-16;

**hydraulic dump No. 9** size 2000m×2000m with a step of 100m. In addition to the nodes of the calculation grid, the level of pollution was determined at the calculation points on the border of the Izmail Islands – point No. 24, and on the borders of the dump – points No. No. 21-23;

**hydraulic dump No. 12b** with a size of 2000m×2000m with a step of 100m. In addition to the nodes of the calculation grid, the level of pollution was determined at the calculation points on the edge of the dump – points No. No. 31-34, and on the border of the residential area – point No.35.

**Analysis of the results of the automated calculation of atmospheric pollution** was carried out by determining the maximum surface concentrations of ammonia in the nodes of the calculation grid and in control points on the border of the Izmail islands and the residential zone.

According to the provisions of regulatory documents for any of the emitted substances, concentrations in the surface layer of atmospheric air should not exceed 0.8 MPC - a requirement for areas with increased requirements for atmospheric air protection and 1.0 MPC - in a residential area. Table 1.22 presents the maximum surface concentrations of ammonia at all sites:

The results of the automated calculation are presented in Appendix M in the form of tabular documents. Maps-schemes of the distribution of pollutant concentrations are not presented, because the maximum value of the surface concentration (without taking into account the background) at any point of the calculation sites does not exceed 0.152 MPC.

The analysis of the calculation results showed that the expected surface concentrations, taking into account the background, are significantly lower than the maximum permissible at any point of the calculation sites: hydraulic dump #6 –  $Q = 0.552\text{MPC}$ , hydraulic dump No. 9 –  $Q = 0.512\text{MPC}$ , hydraulic dump No. 12b –  $Q = 0.456\text{MPC}$ , which is acceptable.

Pollutant emissions from hydraulic dumps are insignificant, and the expected concentrations in the surface layer of the atmospheric air do not exceed the maximum permissible concentrations, taking into account the background.

According to the results of the calculation of the dispersion of polluting substances, the emissions into the atmosphere are of a local nature and ensure a satisfactory state of the environment in the area where the projected hydraulic dumps are located.

In other words, the planned hydraulic dump will not cause changes in the state of the air environment of the Izmail islands.

**Table 1.22 – Maximum surface concentrations of pollutants, that are calculated**

Name of polluting substances	$\frac{\text{MPC}_{\text{m.s.2}}}{0.8 \text{ MPC}_{\text{m.s.1}}}$ $\text{mg}/\text{m}^3$	Background concentration		Max. ground concentration *		Coordinates of point, m		Point location
		part MPC	$\text{mg}/\text{m}^3$	part MPC	$\text{mg}/\text{m}^3$	X	Y	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>hydraulic dump #6</b>								
ammonia	$\frac{0.2}{0.16}$	0.4	0.08	$\frac{0.141}{0.541}$	$\frac{0.023}{0.103}$	-30	500	p. 11, dump border
				$\frac{0.050}{0.450}$	$\frac{0.008}{0.088}$	500	-150	p. 17, border of island M.Daller
<b>hydraulic dump No. 9</b>								
ammonia	$\frac{0.2}{0.16}$	0.4	0.08	$\frac{0.085}{0.485}$	$\frac{0.014}{0.094}$	-50	430	p. 22, dump border
				$\frac{0.046}{0.446}$	$\frac{0.007}{0.087}$	-250	-200	p. 24, border of island V. Daller
<b>hydraulic dump No. 12b</b>								
ammonia	$\frac{0.2}{0.16}$	0.4	0.08	$\frac{0.055}{0.455}$	$\frac{0.011}{0.091}$	-216	105	p. 31, dump border
				$\frac{0.021}{0.421}$	$\frac{0.003}{0.083}$	-300	500	p. 35, border of the residential area

**Note.** \* - surface concentrations without background are represented in the numerator, and with background in the denominator

### **1.5.5 Assessment of soil and subsurface contamination**

The planned activity at all stages of its implementation is limited to areas of the water area of the arms of the Danube Delta and the adjacent water area of the Black Sea, with the exception of the coastal hydraulic dumps of dredging soils, which are located near the water cut of the Kiliya arm on low-value and unused lands. Drainage waters from the hydraulic dumps are diverted to the river.

Based on this, soil and subsoil contamination is not expected at all stages of implementation of the planned activity.

### 1.5.6 Assessment of noise, vibration, light, heat and radiation pollution, as well as radiation

For the calculation, a point in the middle of the Sea Approach Channel was chosen, where the largest number of powerful technical means will be concentrated during the construction period at a distance of 850 m from the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR). Territories adjacent to the coastline, with the exception of island Ptashyna foreland, are characterized by a continuous spread of common reed thickets. The sound is partially reflected from the surface of the water and absorbed by thickets, which leads to a significant additional weakening of the acoustic impact of noise sources, thus, the acoustic situation in the area of the works is characterized as favourable.

Ensuring a noise regime that meets the requirements of sanitary and hygienic standards is regulated by DBN V.1.1-31:2013. Since the nearest residential area is at a distance of 15 km from noise sources, and at a distance of 850 m and further is the territory of the DBR, the criteria for evaluating the zone of noise discomfort of the planned activity are the levels of permissible noise impact on the territory of the NRF (Nature Reserve Fund) in accordance with DSN 3.3.6.037-99 (table 1.23). Since the works are performed only during the day, the evaluation of the normalization of noise impact was performed according to the norms of the day.

**Table 1.23 – Permissible noise levels and territories of NRF facilities**

Object of rationing	Equivalent noise level, dBA		Maximum noise level, dBA	
	from 7 a.m to 11 p.m.	from 11 p.m to 7 a.m.	from 7 a.m to 11 p.m.	from 7 a.m to 11 p.m.
Territories of reserves and protected areas	25	20	25	20

In order to carry out calculations, the most significant, from the point of view of noise impact, sources that determine the size of the zone of influence of this factor were selected. The main sources of acoustic impact on the reconstruction site and their acoustic characteristics, determined according to the corresponding analogues, are listed in Table 1.24.

**Table 1.24 – Acoustic characteristics of the main sources of acoustic impact at the reconstruction site**

No.	Sound source	Analogue	Characteristics	Sound level $La_0$ , dBA (equivalent sound level)
1	Crawler crane	RDK 25 diesel winch	load 25 t	73
2	Floating crane	Vessels of technical fleet	load 16 t	< 59
3	Diving station on a self-propelled boat	Compressor Atmos RD-51	110 kW	72
4	Tugboat	Tugboats	294 kW	< 57
5	Self-propelled barge	Cargo ships	load 250 t	< 55

To summarize the sound pressure levels of different sources, we use the method of relative fractions, the essence of which is as follows: write out the levels created at the measurement point separately by each of  $n$  sources, in descending order of sequence  $L_1 > L_2 > \dots > L_n$ . It is assumed that the source of  $L_1$  contributes a share equal to 1 to the total level. Then by the difference in levels  $L_1 - L_2$  the share of the second source is determined, and the additive  $\Delta L$  is determined based on this share. Total noise level from  $L$  sources  $L_1$  and  $L_2$  with simultaneous work is determined by the formula:

$$L_{\Sigma} = L_1 + \Delta L.$$

Next, we consider that the obtained total level of  $L_{\Sigma}$  contributes its share, equal to 1, and we determine the fate of the next source in the manner described above. In this way, the total level of all is determined  $p$  sources.

When calculating noise pollution during reconstruction of the enclosing dam it was assumed that a crawler crane (73 dBA) and a floating crane (57 dBA) work at the same time, in addition, a diesel power plant (74 dBA) is used.

The value of  $\Delta L$  depending on the difference  $L_1 - L_2$  determined according to the table 1.25.

In our calculated case, the difference between the most powerful sources is 1 dBA, respectively, the increase will be 2.5 dBA, and the total noise level from these two sources is 76.5 dBA:

$$74 - 73 = 1, \quad \Delta L = 2.5, \quad L_{\Sigma} = 74 + 2.5 = 76.5 \text{ dBA}$$

**Table 1.25 - Finding the value of  $\Delta L$ , dB**

The difference between the two levels that make up $L_1 - L_2$	Addition to a higher level of $\Delta L$	The difference between the two levels that make up $L_1 - L_2$	Addition to a higher level of $\Delta L$
0	3.0	6	1.0
1	2.5	7	0.8
2	2.0	8	0.6
3	1.8	9	0.5
4	1.5	10	0.4
5	1.2	15	0.2
		20	0

Next, we determine the total noise level from three sources:

$$76.5 - 57 = 19.5, \Delta L = 0.1, L_{\Sigma} = 76.5 + 0.1 = 76.6 \text{ dBA}$$

Sound level  $L_A$  in dBA at the calculation point on the border of the protected area of the DBR, we determine according to DSTU-H B V.1.1-35:2013:

$$L_A = L_{A0} - 15 \lg(r) - 10 \lg F - 10 \lg \Omega - \Delta L_{A \text{ att}} - \Delta L_{A \text{ screen}} - \beta_{A \text{ green}} l,$$

where  $L_{A0}$  is the noise characteristic of the noise source in dBA,

$r$  – distance from the calculation point to the acoustic centre of the noise source, m;

$\Phi$  is the coefficient of directionality of noise emission by the source in the direction of the calculation point, dimensionless; is taken according to the data of the technical documentation for the source or is determined experimentally (for sources with uniform radiation in all directions or in the absence of data, take  $\Phi=1$ );

$\Omega$  is the spatial angle into which the noise of this source is emitted; determined according to table 1 DSTU-N B B.1.1-35 ( $\Omega=4\pi$ );

$\Delta L_{A \text{ att}}$  – attenuation of sound in the atmosphere, dBA; determined according to figure 9 on page 25 DSTU-N B V.1.1-35 (conservatively taken as equal to 0);

$\Delta L_{A \text{ screen}}$  – amount of sound level reduction (equivalent sound level) by the screen located between the noise source and the calculation point, dBA;

$\beta_{A \text{ green}}$  – amount of sound level reduction (equivalent sound level) by strips of green vegetation, dBA/m;

$l$  is the width of the strip of greenery, m.

Calculation for  $\Delta L_{A \text{ screen}}$  and  $\beta_{A \text{ green}}$  was not carried out, because there are no artificial and natural elements of the terrain (hills, embankments) capable of playing the role of a screen in the path of sound propagation from noise sources, as well as there are no green spaces that reduce the

noise level (vegetable thickets are already in the protected area). Thus, the sound level  $L_A$  at the calculated point at a distance of 850 m from the noise source is:

$$L_A = 76.6 - 15 \cdot \lg(850) - 10 \cdot \lg(1) - 10 \cdot \lg(4 \cdot 3.14) = 21.67 \text{ dBA.}$$

Thus, according to the results of the calculations, during the reconstruction of the barrier dam, there is no above-standard acoustic impact on the territory of the protected zone of the DBR.

The machine park that will be used during the reconstruction period does not contain sources that generate electric and electromagnetic fields that are dangerous for people and animals.

### **1.6 Assessment of changes in the hydrological parameters of the arms and the front edge of the delta**

As a result of dredging works and the construction of hydraulic structures, the morphometric parameters of the channel channels and the sea bar zone along the DWNF route are changing. This, in turn, leads to changes in the speed of water flows, water levels in the arms, the ice regime, the depth of penetration of the saltwater wedge into the arms, and the redistribution of costs between the arms of the delta. In the conditions of the Danube delta, these changes not only affect the state of water and coastal water biocenoses, but can cause an impact on the water regime of large areas of the delta islands and even changes in the processes of its evolution.

According to the forecasts of the Danube Hydrometeorological Observatory, **the conditions of the ice passage** due to the planned reconstruction of the SAC facilities are likely to undergo the following changes:

- the effect of reducing current velocities, which is characteristic of the natural annual flow entering the sea, will be minimal in the conditions of the flow compressed by two parallel dams, and the current velocities will be preserved along the entire length - SAC
- as a result of maintaining the speed of the flow of the stream, the conditions for the passage of floating ice in the water area of the SAC will become more favorable for its rapid removal into the open sea
- - as a result of dredging works on the shallow bar area, the probability of ice block at the mouth of the Bystre arm will decrease.

Thus, with the initial climatic conditions of the coming winters being equal, the implementation of the planned activities for the reconstruction of the DWNF Danube river-Black



sea will improve the conditions for the passage of ice along the sea approach channel and reduce the likelihood of dangerous situations associated with ice block

In addition, under certain wind-wave and weather conditions, the left and right dams of the SAC can serve as protection against sea ice drifting along the coast of the Danube Delta.

**The intensity of the process of salt water penetration** depends on the morphology of the estuarine sea, the phase of the river's water regime, the action of the wind, as well as the density gradient at the border of river and sea waters.

At the current stage of development of the Danube estuary, the processes of delta formation lead to a decrease in the probability of seawater intrusion. The dying off of small watercourses, the concentration of runoff in large arms and the formation of shallow water bars at their mouths become obstacles to the penetration of salted waters into the delta.

The evolution of the Bystry arm can be an example of such changes. In 1950, the depth at the arm bar was more than 3.0 meters, and salty waters were observed in the bottom horizons of the channel at a distance of up to 10 km from the sea. Thus, at that time, salt water could penetrate almost the entire length of the arm. The active development of the Bystre arm led to the fact that by 2000 its flow more than doubled, and the maximum depth at the bar decreased to 1.2 m. As a result, until the beginning of dredging in 2004, dredging works on the creation of the SAC of the DWNF Danube river - Black Sea, the penetration of seawater into the Bystre arm was not observed.

Therefore, water management measures for the irreversible removal of water runoff, as well as dredging operations at the mouths of the delta arms are the main anthropogenic factors that cause (other things being equal) an increase in the frequency and range of saltwater intrusion. Examples of such changes in the Danube Delta are the mouths of the Sulinsky and Prorva branches, which in the past were deepened several times in order to improve transit shipping conditions in the "river-sea" plot.

Knowledge of the range of saltwater penetration into the Danube Delta, as well as the repeatability of this phenomenon, is very important from an ecological point of view. This information acquires special importance when assessing the possible impact on the surrounding natural environment in the transboundary aspect of the DWNF Danube river-Black sea reconstruction project. The main parameters of the saltwater intrusion process can be obtained by both theoretical and empirical methods.

Research into the process of salt water intrusion, conducted by the Danube HMO in the period 1982-1993, made it possible to obtain qualitative and approximate quantitative characteristics of this complex phenomenon. It was established, in particular, that during that period, the intrusion of salty waters into the largest arms (Bystre, Starostambulsky) was not observed even at the limit and with a significant surge. At the same time, on small arms, such as

Bilhorodskiy, Sredniy, and Zavodninskiy, cases were noted when the arms were filled with water with a salinity of 12‰ and reverse currents with a speed of 0.25-0.30 m/s were observed in them. A characteristic feature of the distribution of salinity along the length of these arms is the fact that the increase in salinity often occurs in the central sections of the arms. This is connected, apparently, with the intrusion of salty waters here through floodplains and is an indirect indication that intradelta reservoirs located near the seaward edge of the delta are also prone to salinization. Salty waters that enter the delta through the mouths of small branches do not penetrate above their sources, because the branches adjacent to them (Kiliya, Starostambulskiy) have tens or even hundreds of times more water and are powerful natural barriers to the path of salty water.

Cases of salt water intrusion are also observed in larger branches of the Kiliya Delta, such as the Potapovsky, Gneushev, Tsygansky, and others. The length of each of these arms does not exceed 3-5 km, and at the end, with significant surges, they are completely filled with water with a salinity of 10‰. At the same time, the process of infiltration of salty waters into the adjacent Potapovsky and Hneushev arms is distinguished by interesting features. According to observations carried out in 1983-1984, here, with a strong north-easterly wind, the waters of the coast head to the mouth of the Potapovsky arm, reach the branching node of the Potapovsky — Hneushev branches, and then, due to increased support from the river waters, enter the Hneushev arm. In such conditions, a characteristic distribution of salinity along the length of the arms is observed: in the Potapovskoye arm, salinity decreases from the mouth to the outlet, while in Hneushev, on the contrary, it increases. The opposite picture was observed with a strong southeast wind: then salty waters penetrate into the Hneushev arm and through it into the Potapovsky.

It should also be noted the other side of the development of the process of the penetration of salty waters into the system of adjacent but differently oriented arms of the delta: different support from the sea in the conditions of the surge leads to a temporary redistribution of the flow in favor of the arm with large slopes of the water surface. This stimulates the intrusion of salt water into the arm, which reduced the flow, and, conversely, increases the resistance of river waters to the penetration of salt water into the adjacent arm.

Intensive intrusion of salted waters was observed on June 21, 1989 in the Tsyhansky arm. Then, with an east-northeast wind of up to 17 m/s, the return currents occupied the entire water section of the arm, and the measured flow of salt water was 26 m<sup>3</sup>/s with an average return flow speed of 0.13 m/s. However, even in this case, the range of saltwater penetration was limited by the length of the Tsygansky arm (3 km)

Thus, the available data indicate that, under natural conditions, the greatest distance of saltwater penetration into the Danube Delta is observed on small arms and does not exceed 13.5 km. Along the larger arms, which are in a natural state, salty waters penetrate into the delta for 3-5

km, and finally, the possibility of seawater intrusion into the Bystre and Starostambulsky arms at the beginning of the 1990s could only be assumed in the conditions of a combination of extreme surge and a very low boundary (97-99% guaranteed).

The deepening of the Sulinsky and Prorva arms and their bars created conditions for increasing the range of saltwater penetration into these arms. According to the observations made in the Romanian part of the Danube Delta, the flow of water at the top of the delta of 5,200 m<sup>3</sup>/s is critical for the Sulin arm. When the flow of the Danube drops below the critical level, the waters of the Black sea penetrate into the channel of the Sulin arm. The measurements showed that with a water flow at the top of the delta equal to 1,500 m<sup>3</sup>/s, the distance of saltwater penetration into the Sulinsky arm is more than 20 km.

Opportunities for the intrusion of salty waters into the Danube Delta through the artificially deepened Prorva arm are more limited than through the Sulin arm. This is due to the shallower depth and length of the Prorva, as well as the significantly more complex (compared to the Sulinsky arm) structure of the channel network of the Ochakovsky arm, which also includes the Prorva arm. The analysis of the observational materials allows us to conclude that with the water level of the Danube close to the long-term average (6500 m<sup>3</sup>/s), the penetration distance of salty waters along the Prorva branch does not exceed 2 km even with significant (30-40 cm) sea level rise on the coast. At the same time, in the conditions of border flow, salty waters can penetrate to greater distances from the mouth. Thus, during the surge on September 20, 1983, waters with a salinity of 12-14‰ were observed in the Ochakivsky arm at a distance of more than 10 km from the mouth of the Prorva, and the greatest distance of penetration of salted waters on the same day was about 12 km. At the same time, the flow of Danube water at the top of the delta (3200 m<sup>3</sup>/s) was close to the average long-term flow of the summer-autumn boundary, and the maximum surge at the Prorva water measuring station was 45 cm

A detailed analysis of observation materials on the intrusion of seawater into the navigable arm of the Prorva shows that over the years of observation, specialists of the Danube HMO conducted 104 surveys of the longitudinal distribution of water temperature and salinity and recorded 69 cases of intrusion of seawater. It was established that the regular appearance of a wedge of salt water occurred mainly during the summer-autumn border, when the flow of water in the Prorva arm decreased to 300-400 m<sup>3</sup>/s. In addition, it turned out that at flows of less than 300 m<sup>3</sup>/s, water flow fluctuations do not affect the spread of salted waters into the sleeve, and the main factor controlling this process is the wind regime over the Danube estuary.

The research results obtained during the study of the process of seawater penetration into the Prorva arm, the revealed regularities and peculiarities of this phenomenon can be used with a high degree of reliability to make a forecast of changes in the frequency and distance of seawater

penetration into the channel of the Bystre arm when its bar is deepened. At the same time, the following conclusions were made:

- when the bar is deepened to 5 m, the penetration of sea water into the Bystre arm will likely occur only during wind gusts during the period of low tide; the length of the wedge will be completely determined by the duration and strength of the wind;

- when the bar is deepened to 7 m, the penetration of sea water into the arm may occur in January-February and August-November; the range of penetration of salted water can probably be from 2 to 5 km without taking into account extreme driving situations.

- the deepening of the bar up to 9 m will lead to steady penetration of seawater into the arm for most of the year; the length of the salted water wedge will vary from 2.5-3 km in high-water years to 5 km in low-water years. With a total length of about 9 km, most of it will be under the constant influence of sea waters.

- the combination of the seasons of the boundary runoff and the periods of the highest recurrence of winds with an easterly component will contribute to the rapid penetration of seawater into the Bystre arm; the length of the wedge of salted waters with a flow of water in the arm of the order of 500 m<sup>3</sup>/s and less will be under the exclusive influence of the wind regime; in extreme rushes, it can increase by 2-3 times, reaching 12-18 km. At the same time, a wedge of salted waters will leave the Bystre arm and enter the Starostambulsky arm.

Forecasting changes in the hydrological regime is a very difficult task, the solution of which is possible only through mathematical modeling. Since the specified impacts of the planned activity may have significant cross-border consequences, the results of the implemented set of model calculations are presented in chapter 9, devoted to the assessment of cross-border impacts.

### **1.7 Assessment of the volume of dredging works during the operational period**

During the period of operation, there will periodically be a need to restore the design depths in the sea approach channel and within the rolling stock in the Kiliya arm. These works on different sections of the shipping route will be carried out at different times, depending on the needs of ensuring the safety of shipping on the DWNF route. The characteristics of the main factors of direct impact that will be caused by these works and the estimated average annual volumes of repair dredging works are given in Table 1.26.

**Table 1.26 – Characteristics of the effects of operational dredging works after the reconstruction of the DWNF**

<b>Plots of the DWNF route</b>	<b>Impact factors</b>	<b>Quantitative characteristics of impact factors</b>
<b>1. Plot of mouth from Reni to Vylkove</b>	Changes in the bottom features	Soil excavation – 800,000 m <sup>3</sup> /year
	Storage of dredging soils in coastal hydraulic dumps	Storage of soil 760,000 m <sup>3</sup> /year
	Inflow of suspended and dissolved pollutants from bottom sediments into the water	Loss of soil 40,000 m <sup>3</sup> /year
<b>2. Plot of canal from Vylkove to sea</b>	Changes in the bottom features	Soil excavation – 100,000 m <sup>3</sup> /year
	Inflow of suspended and dissolved pollutants from bottom sediments into the water	Loss of soil during dredging 5.000 m <sup>3</sup> /year
<b>Together in sea part of DWNF</b>	Changes in the bottom features	Soil excavation –900,000 m <sup>3</sup> /year
	Storage of dredging soils in coastal hydraulic dumps	Storage of soil 760,000 m <sup>3</sup> /year
	Inflow of suspended and dissolved pollutants from bottom sediments into the water	Loss of soil 45,000 m <sup>3</sup> /year
<b>3. Sea part</b>	Changes in the bottom features	Soil excavation – 500,00 m <sup>3</sup> /year.
	Dumping of dredged soil into a marine hydraulic dump	torage of bottom sediments in the amount of 450,000 m <sup>3</sup> /year
	Inflow of suspended and dissolved pollutants from bottom sediments into the water	Loss of soil during dredging and dumping –50,000 m <sup>3</sup> /year

## 2. DESCRIPTION OF JUSTIFIED ALTERNATIVES

### 2.1 Description of the previously considered alternatives of the planned activity of a geographical nature and the main reasons for choosing the route of the DWNF Danube river - Black sea on the Ukrainian section of the Bystre arm of the delta

The heyday of navigation on the Soviet section of the Danube fell in the 1980s. At that time, the port of Ust-Dunaïsk was already functioning, and at the same time, the channel through the Prorva bar with an exit to the Ochakiv arm was also operating. The Soviet Danube shipping company actively carried out intra-Union and international cargo transportation. Until 1990, cargo turnover at the mouth of the Danube amounted to 10.7 million tons per year in the port of Reni, 8.1 in Izmail, and 7.5 million tons per year in Ust-Dunaïsk (table 2.1)

**Table 2.1 - Cargo turnover of the main ports on the "sea" section of the Danube, million t/year)**

Port	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000
Braille	0.428	1.025	2.259	2.763	1.898	1.086	0.882
Galatians	0.276	0.599	2.834	11.543	9.784	7.931	8.098
Reni	1.202	3.158	9.872	12.036	10.666	2.527	1.122
Tulcha	-	-	0.597	-	1.076	0.915	1.281
Izmail	0.796	3.104	6.574	9.311	8.052	3.870	3.637
Kiliya		-	0.530	0.661	1.018	0.139	0.019
Ust-Dunaïsk		*	*	0.845	7.499	1.373	0.590
Amount	2.702	7.886	22.666	37.159	39.993	17.841	15.629
Note. Dash - no data.							
* In the specified years, the port of Ust-Dunaïsk did not yet exist.							

With the collapse of the USSR and the deterioration of the economic situation in Ukraine, shipping began to experience great difficulties. The shallowing of the Prorva bar in the mid-1990s made water transport even more difficult. As a result, the volumes of cargo transportation carried out by the Ukrainian Danube Shipping Company and the cargo turnover of Ukrainian ports on the Danube have decreased sharply. In the current situation, Ukraine is taking active actions aimed at solving the issue of creating its own deep-water navigation fairway (DWNF) from the Danube river to the Black Sea.

The question of the arrangement of the DWNF Danube river - Black sea has been actively discussed in Ukraine for more than 20 years. The impetus for the start of the discussion was the loss of shipping passage through the Prorva arm in 1993. Practically all the participants in the discussions agreed that Ukraine should have a national waterway from the Danube to the Black Sea,

which would become part of the international transport corridor passing through the territories of the Danube countries. The important political and socio-economic significance of the arrangement of the DWNF was emphasized.

The issue of minimizing the anthropogenic load on the natural complex of the Danube delta came down to the optimal choice of the arm for the organization of shipping.

At the beginning of the 21st century, based on the results of a detailed hydrological-morphological and ecological analysis of various options for ship navigation, as well as the results of comprehensive studies of hydrological processes in the Danube Delta over the past 50 years, a government decision was made to create a hydroelectric power station in the Ukrainian section of the Danube Delta through the Bystre arm.

In fact, the Arrangement of a deep-water Danube river - Black sea passage through the Bystre arm is the restoration of navigation through the Bystre arm, which existed until 1958. [Pilot map of the Danube River from the mouth to the city of Reni, M 1: 25000, No. 971, UNGS VMF (Department of Navigation and Hydrographic Service of the Navy), 1956]

So, shipping along the arms of the Kiliya delta in the Danube region is one of the main traditional types of activity throughout the 20th century, which was accompanied by significant amounts of dredging in the last few decades. Bearing this in mind, the refusal of any activity to support shipping in the Ukrainian section of the Danube Delta will lead to the decline of very important components of the transport and industrial complex of the Danube, the impoverishment of the population and, obviously, cannot be considered as a "zero" option of activity, which would be an alternative to projects to restore navigation in the Ukrainian section of the Danube Delta. In fact, this is a "minus" option, which nullifies the traditional and sustainable development of the Danube region. An analysis of all options proposed so far to restore favourable shipping conditions in the Kiliya delta shows the impossibility of achieving this without regular technical intervention. Even the options for connecting the route along the Kiliyskyi arm with the sea through sluiced channels are not a panacea, as they involve regular dredging works in the Kiliyskyi arm itself and in the area where the sluiced channel exits into the sea. **Based on this, the "zero" option should be the restoration of shipping lanes along the Ochakiv and Prorva arms, as the last of the shipping lanes operated in the Danube region in the direction of the Danube - the Black Sea.**

Thus, after gaining independence, the restoration of its own deep-sea shipping lane for Ukraine became one of the most urgent tasks of geopolitical and economic importance, without the solution of which Ukraine will finally lose one of the branches of the transport corridor, and the shipping connection of the Danube with the Black Sea will be completely limited by Romanian

shipping channels . Such a situation can cause great economic losses not only for Ukraine, but also for the countries of Europe, primarily the Danube countries.

Taking into account the key geopolitical location of Ukraine in the Euro-Asian region at the crossroads of the shortest transport routes, the government approved a program for the creation and operation of a national network of international transport corridors.

The priority corridor is MKT No. 7 (Rhine – Main – Danube), which includes the ports of Izmail, Reni, Ust-Dunaisk. The presence of such a powerful water artery as the Kiliyskyi arm is a prerequisite for the creation of a shipping lane connected to this corridor in the Ukrainian part of the delta of the river. Danube with guaranteed depths for ships to enter the sea.

The international community is interested in the implementation of the considered transport links. Their interest is dictated, first of all, by economic considerations, which are due to the shortening of the way of delivering goods from Europe to the countries of the Middle East, North Africa and vice versa, and the opportunity to reduce the cost of ship passages on the Danube.

For Ukraine, DWNF in a strategic sense is an increase in military, fuel and energy, and trade and economic independence.

From a social point of view, the Arrangement of DWNF allows to ensure the employment of the population of the region and increase its standard of living.

More than 10 options were considered when choosing the route of the deep-water navigation fairway (DWNF) Danube river - Black sea deep, developed at the levels of feasibility studies and design proposals. The considered options covered almost all possible ways of ensuring shipping in the Ukrainian part of the Danube Delta and provided for the use of both existing arms and artificial shipping channels. All the developed options for shipping routes include the section of the Danube channel and the Kiliyskyi arm from the port of Reni to the port of Kiliya and, in whole or in part, the section of the Kiliyskyi arm between the port of Kiliya and the port of Vylkove.

Eight of the considered variants of the DWNF route in the section from the sea edge of the delta to the channel of the Kiliya arm are characterized in the table. 2.2.

**The zero option, which allows you to return to the status quo that existed at the end 20th century, the table corresponds to option 3a - restoration of navigation along the Prorva channel.**

As evidenced by the analysis of the last period of operation of this navigation option, it can only be considered temporary, since the Ochakiv system of arms is dying, and maintaining the necessary navigational depths requires constant large volumes of dredging work and building up of soil dumps. Yes, restored in 1997-1998 thanks to the extraction of about 4.0 million m<sup>3</sup> soil, this move lasted only three months. Therefore, the zero option due to the significant instability of the parameters represents an increased ecological and technological danger.



The six most promising options are shown in fig. 2.1. They are drawn on the map published in 1995 by the Directorate of the Danube River Reserve, on which the territory of the Danube River Reserve, which made up the modern core of the DBR, is marked with green hatching, and the most ecologically valuable territories are marked in red.

It can be seen from the figure that, although the route of the DWNF along the channel of the Bystre arm crosses the core of the Danube Biosphere Reserve (DBR), it does not affect any part of the territories determined at that time as the most valuable, which cannot be said about the rest of the route options except for option 6.

According to the Provisions on the DBR, approved by the order of the Ministry of Natural Resources of Ukraine dated 22.10.2008, the coastal strip along the Bystre and Ochakiv arms is included in the zone of anthropogenic landscapes of the DBR, which allows for navigation along these branches and the implementation of measures necessary for its provision, without violating the environmental protection legislation of Ukraine . As a compensation, the upper reaches of Lake Sasyk and part of the Dzhantsheiskyi estuary were included in the DBR (Fig. 2.2).

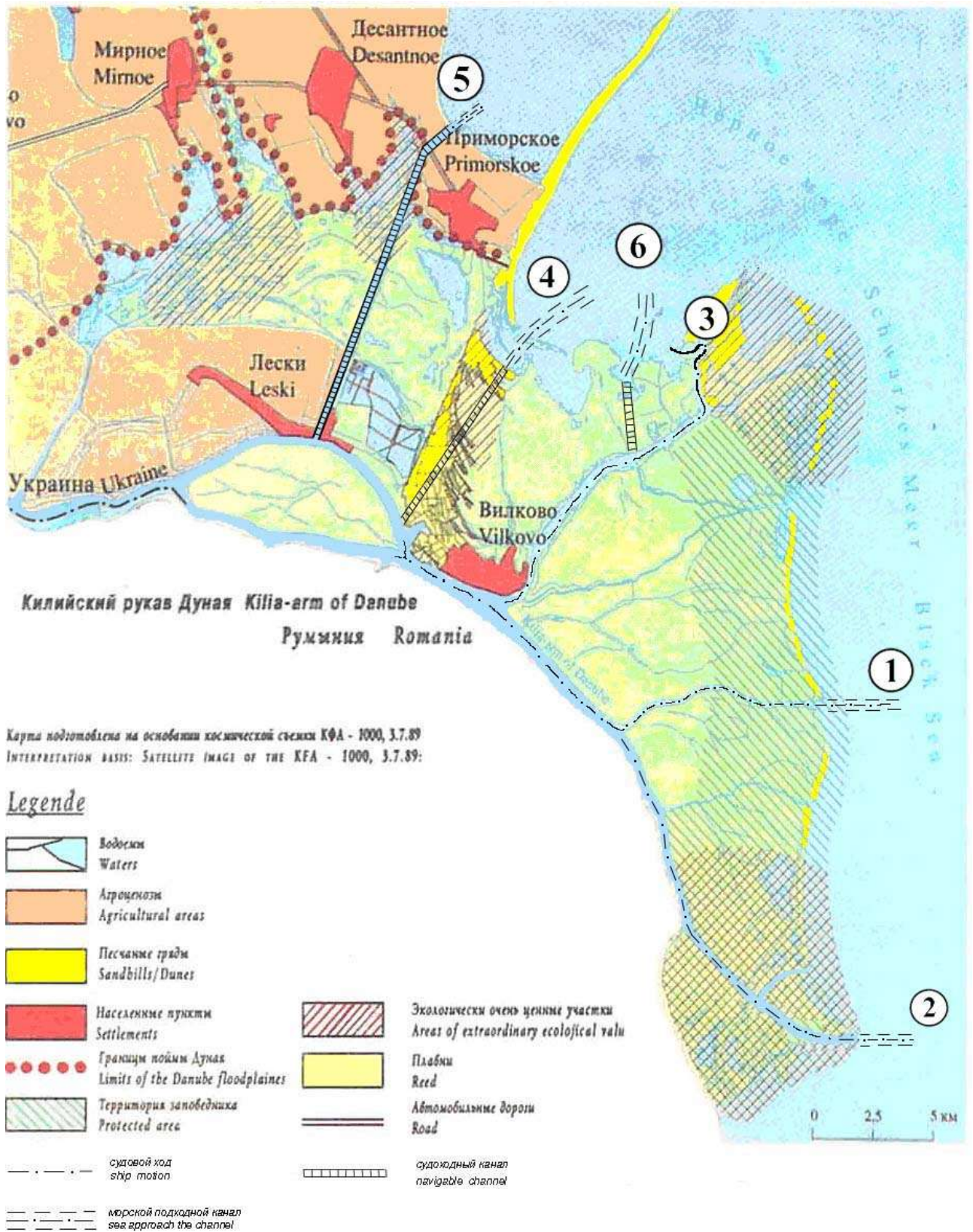
From fig. 2.3 it follows that all possible routes of the DWNF within the Ukrainian section of the Danube Delta affect the territory of the DBR.

**Table 2.2 – Comparison of existing project proposals for the Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta**

The name of the variant of the ship course	Estimated ship draft, m	Parameters within the secondary delta of the Kiliyskyi arm			Advantages	Disadvantages
		The volume of soil extraction, million m <sup>3</sup>	The volume of repair excavation, million m <sup>3</sup> /year	The length of the artificial part of the shipping channel, km <u>on land</u> in the sea		
1. Bystre arm	7.2	3.47	0.5	$\frac{-}{3}$	A little winding channel with sufficient natural depths. Insignificant delta build-up speed. The Bystre arm is in the stage of reactivation.	For 5 km, the ship passage passes through the territory of the protected zone of the DBR. The need to fasten the bank in separate areas. Necessity of building a barrier dam along the Sea Approach Channel.
2. Starostambulskyi arm	7.2	4.04	0.8	$\frac{-}{3.2}$	A stable natural wide channel with sufficient depths. Two-way shipping.	For 5 km, the boat course passes along the territory of the protected zone of the Danube Reserve and 4 km along its border. <i>The route crosses areas of absolutely protected status (according to UNESCO materials) in the area of the Kuban, Lebedynka, Rybachy and Kuril islands.</i> <i>The presence of a spit that blocked Musura Bay and extends its extension to the north.</i> Close location from the Sulinskyi canal. The entrance of the Starostambulskyi Bar to the entrance of the Sulinskyi Canal. Entrance to the channel through the territorial waters of Romania. The need to dismantle the stone dam in a protected area using explosives

The name of the variant of the ship course	Estimated ship draft, m	Parameters within the secondary delta of the Kiliyskyi arm			Advantages	Disadvantages
		The volume of soil extraction, million m <sup>3</sup>	The volume of repair excavation, million m <sup>3</sup> /year	The length of the artificial part of the shipping channel, km <u>on land</u> in the sea		
3. A deepened shipping channel along the Prorva canal	6.3	23.8	3.86	$\frac{8.8}{07}$	The channel passes outside the protected zone of the DBR. Renewal of the channel along the existing route.	The Ochakiv system of the Danube's arms is dying out. A large volume of soil extraction and repair excavation. High cost of construction. The need to fasten the shore and lengthen the spurs.
<b>3a. "Zero option". Restoration of navigation along the Prorva channel</b>	<b>4.5</b>	<b>1.3</b>	<b>3.24</b>	$\frac{8.8}{-}$	<b>The channel passes outside the protected zone of the DBR. Renewal of the channel along the existing route</b>	<b>The volumes of soil extraction and repair excavation are significantly underestimated, and the cost is accordingly underestimated. The passage can only be considered temporary, because the Ochakiv system of arms is dying. At the exit from the Prorva channel to Ochakiv arm, the turning radius is 400 m instead of the minimum required 800 m. Restored in 1998 with a volume of soil extraction of about 4.0 million m<sup>3</sup> lasted three months.</b>
4. . Gateway channel: Solomon Arm - Zhebriyanska Bay	7.2	31.8	0.3	$\frac{10}{5.8}$	The channel passes outside the protected zone of the DBR. The channel passes outside the active zone of the delta.	High cost of construction. A large volume of soil extraction is a problem of dump placement. Deduction of about 900 hectares of land for the construction of the canal with the demolition of forest plantations. The need to build road bridges with dimensions for the passage of sea vessels. The uncertainty of the regime of the Zhebriyanska Bay - according to some literary data (in the works of Yu. D. Shuiskyi) - it actively softening. Crossing the Zhebriyanska "strand", on the territory of which there are rare species and groups.

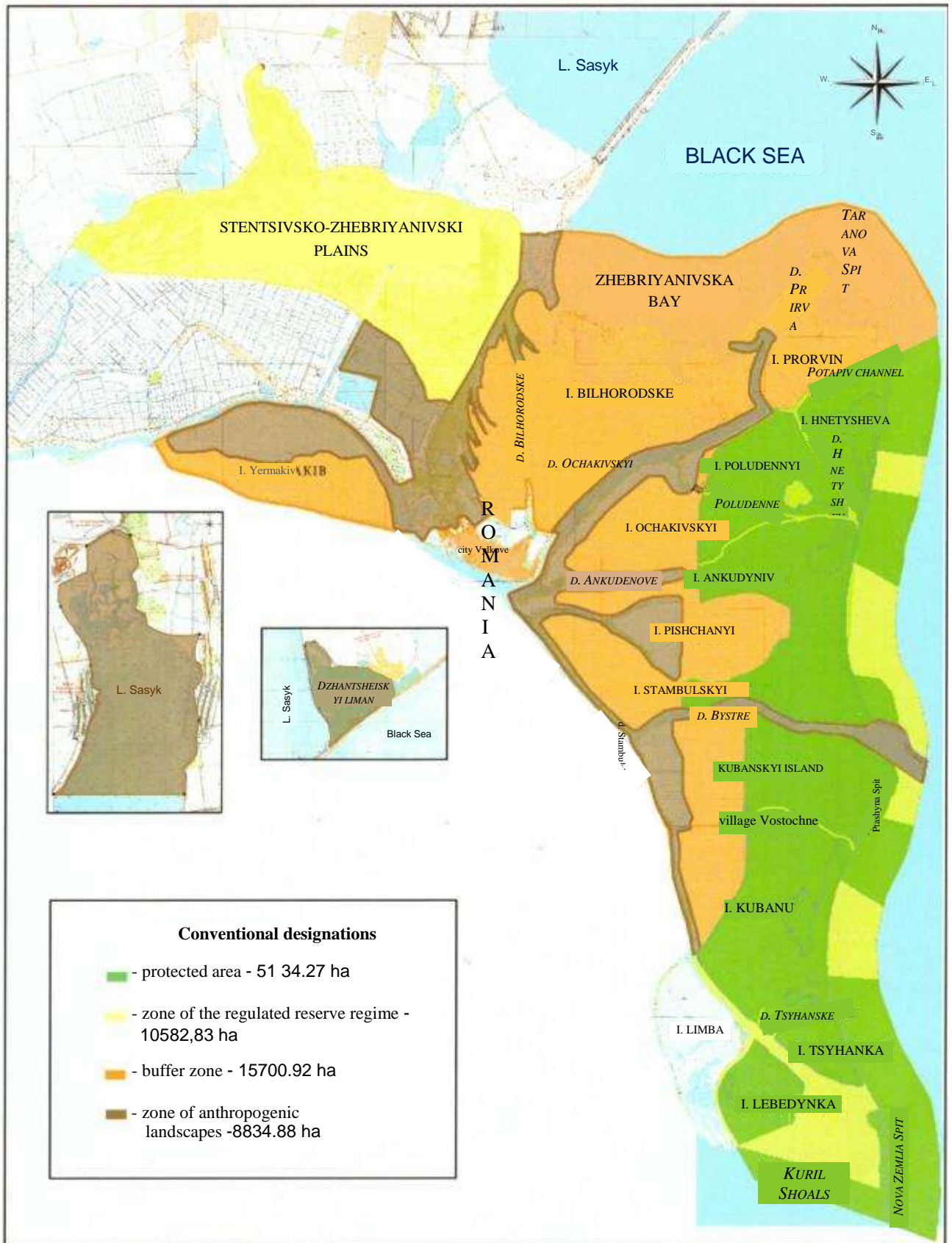
The name of the variant of the ship course	Estimated ship draft, m	Parameters within the secondary delta of the Kiliyski arm			Advantages	Disadvantages
		The volume of soil extraction, million m <sup>3</sup>	The volume of repair excavation, million m <sup>3</sup> /year	The length of the artificial part of the shipping channel, km <u>on land</u> in the sea		
5. Sluice channel Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	7.2	33.0	0.2	$\frac{20}{1.5}$	The channel passes outside the protected zone of the DBR. The channel passes outside the active zone of the delta.	Disadvantages of the previous option, as well as difficult to predict negative effects on the ecological state of Lake Sasyk and the surrounding area. The canal passes through the territory of Stentsivski reed bed, included in the DBR.
6. The sluice channel from the Ochakiv arm to the water area of the port of Ust-Dunaisk	6.25	11.8	1.55	$\frac{5.25}{6.75}$	The channel passes outside the protected zone of the DBR. A small amount of repair excavation	The channel opens into the water area of the port of Ust-Dunaisk, which is intensively drifting. The expected sleeve system is dying. Vessel draft is not provided - 7.2 m. Necessity of securing the shore.
7. Ust-Dunaisk port - connecting channel - Prorva channel	5.0	1.3	1.2	$\frac{5.0}{6.75}$	The channel passes outside the protected zone of the DBR. Restoration of the channel along the existing route.	The Ochakiv system of the Danube branches is dying out. The need to accompany each vessel with a tug. The need to create a turning circle at the junction with the Prorva channel. Necessity of construction of a floating gate, stream directing dam and shore fortification. Zhebriyanska Bay is silting up and constantly silting up.



**Figure 2.1 Variants of Danube river - Black sea shipping routes passing through the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR)**

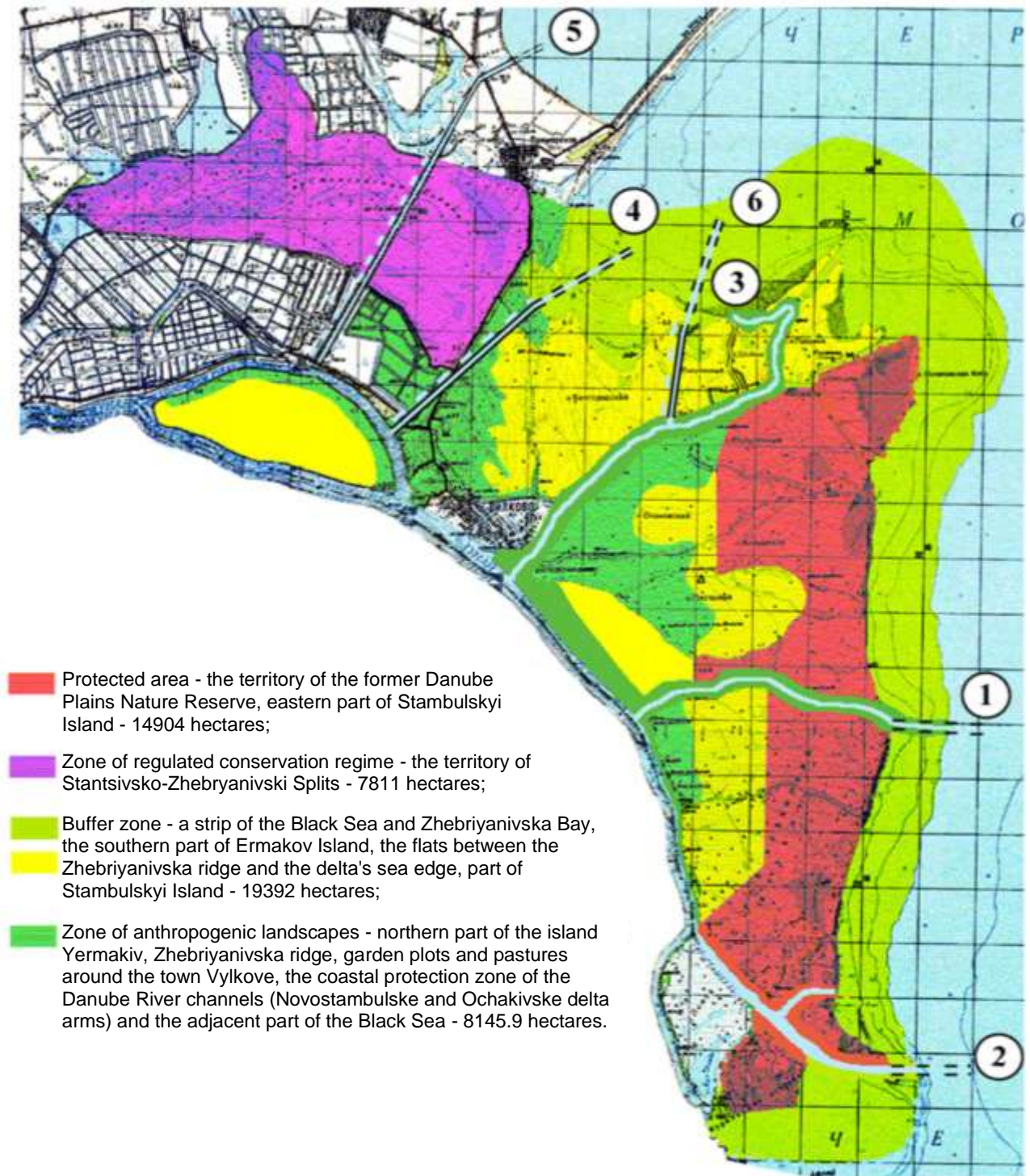
1 – Bystre arm; 2 – Starostambulskyi arm; 3 – deepened shipping passage along the Ochakiv arm and the Prorva channel; 4 – sluiced channel of Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay; 5 - sluiced channel of Solomon's arm - lake Sasyk – Zhebriyanska Bay; 6 – sluiced channel from the Ochakiv arm to the water area of the port of Ust-Dunaisk;





**Figure 2.2 Territory of DBR and its zoning**

In the inset, the additional territories included in the DBR according to temporary zoning are outlined with a red line



**Figure 2.3. Placement of options for the Danube – Black Sea shipping routes, in relation to the zones of the Danube Biosphere Reserve (DBR)**

1 – Bystre arm; 2 – Starostambulskyi arm; 3 – deepened shipping passage along the Ochakiv arm and the Prorva channel; 4 – sluiced channel of Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay; 5 - sluiced channel of Solomon's arm - lake Sasyk – Zhebriyanska Bay; 6 – sluiced channel from the Ochakiv arm to the water area of the port of Ust-Dunaisk;

The option of the route along the Bystre arm allows you to count on the long-term successful operation of the hydroelectric power plant due to the presence of a number of natural factors that distinguish this branch from other branches of the Kiliya Delta:

- slowed-down advance of the sea edge of the delta in the area of the mouth of the sleeve;
- a gradual increase in the share of the flow of the Kiliya delta passing through the arm;
- transfer of the main mass of sediment runoff from the arm beyond the coast;
- a relatively rapid increase in sea depths behind the bar zone.

For a more objective selection of the DWNF variant, the procedure of comparative multi-criteria comprehensive assessment of environmental safety of DWNF options was implemented, taking into account cross-border aspects, based on the method of analysis of hierarchies T, adapted to the conditions of the task. Saati (MAI), which is given later in chapter 6.

The purpose of the task of comparing the options of the DWNF is to choose, based on a multi-criteria comprehensive assessment, the most environmentally safe option that meets the necessary technical requirements for deep-water navigation fairway.

When decomposing the task and constructing the hierarchy, the goal is set at the top level of the hierarchy. At the second level, sub-criteria (SC) of the project of ecologically safe DWNF are placed: technical aspects (SC-1), environmental requirements (SC-2), cross-border aspects (SC-3). At the third level, criteria (C1÷C6) are placed, which are related to subcriteria and reveal their content. At the fourth level, the parameters (factors) of the environment and technical parameters (P1÷P10) that are interconnected with the criteria are given.

At the fifth level, influence factors (F1÷F6) are placed, which depend on environmental parameters and technical parameters with which they are connected. At the sixth level – alternatives (A1÷A6) related to influencing factors.

All variants of the route differ from each other only in the section from the Kiliya arm to the exit to the sea, therefore, for their comparison, it was appropriate to highlight those components of hydrological influence (including secondary influencing factors) that are manifested within the secondary delta of the Kiliya arm and differ for different variants of the route.

The alternatives include six variants of the DWNF route from among those described in Table 2.2, which meet modern international technical requirements for deep-sea shipping. Of the compared options, the closest to the "zero" option defined in section 3 (item 6 in table 2.2) is option A3 (item 7 from table 2.2). Its parameters differ from those of the "zero" version by a slightly greater depth and a higher level of technical security.

After defining all the elements of the hierarchy, the relationships between the interdependent elements of the hierarchy levels are established. Thus, in the built system of levels, the goal, subcriteria, criteria, parameters, factors and alternatives are connected in a single hierarchy. The



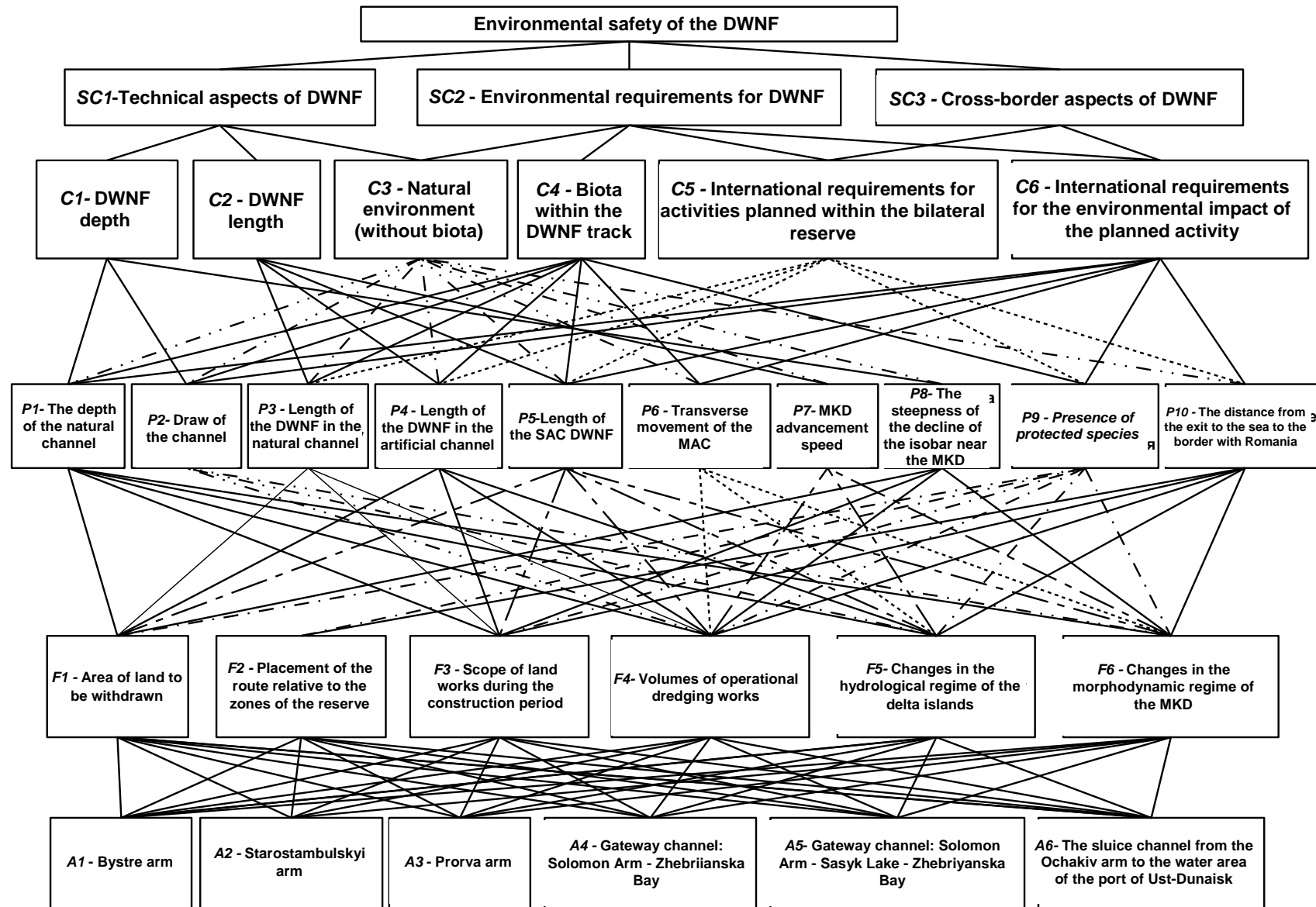
decomposition of the task of comprehensive assessment of environmental safety of the DWNF “Danube river - Black sea” is shown in Fig. 2.4.

The evaluation sequence for this hierarchy is as follows. At the first stage, a matrix of expert opinion is formed on the elements of the sub-criteria level in relation to the goal using the Saati scale. The order of the matrix is 3 (the number of subcriteria). By solving the matrix, the local priorities of the sub-criteria are determined and the relative consistency of the matrix is estimated. If the consistency is within acceptable limits (up to 10%), we proceed to the second stage - the formation of opinion matrices for all criteria of the third level relative to the subcriteria of the second level. The number of matrices is 3 (the number of subcriteria). The order of each of them is determined by the number of links between the criteria and elements of the subcriteria level (for the first matrix  $n=3$ , for the second  $n=4$ , for the third  $n=2$ ).

Solving the matrices gives local priorities for the criteria. Consistency is evaluated and the transition to the next stages is carried out. At subsequent stages, matrices of opinion are similarly formed, local priorities of elements of all levels are evaluated, consistency of matrices is evaluated, and opinions are clarified.

To increase the objectivity of opinions, a table has been compiled, which provides brief explanations of the essence of each individual relationship between the elements of the hierarchy (table 2.3)

This ends the decomposition procedure of the considered problem and the synthesis procedure is performed.



**Figure 2.4 Decomposition of the task of choosing the most environmentally safe option of the DWNF “Danube river - Black sea”, which is based on a multi-criteria comprehensive assessment of the impact on the environment**

**Table 2.3 – Characterization of connections between elements of adjacent levels of the hierarchy for the selection of the most environmentally safe variant of the DWNF, which meets the necessary technical requirements for deep-sea navigation**

Top level item	Lower-level elements associated with the corresponding higher-level element	Justification and explanation of the essence of the connection
<b>Connections between the goal and the elements of the subcriteria level (how the selection of the most environmentally safe option of the DWNF is ensured with the help of SC subcriteria)</b>		
Choosing the most ecologically safe option of DWNF	SC1- Technical aspects of DWNF	The set of basic technical parameters of the DWNF, which interact with the factors (parameters) of the environment and are taken into account when choosing the options of the DWNF route according to the principle: the more factors (parameters) of the environment along the route correspond to the established technical parameters of the ship's course and the requirements of navigation safety, the less interference with the environment during the construction and operational period, as well as the higher the level of environmental safety.
	SC2- Environmental requirements for DWNF	The set of basic environmental requirements for the construction and operation of the DWNF, which are taken into account when choosing options for the DWNF route according to the principle: the more complete compliance with these requirements is ensured, the higher the level of environmental safety.
	SC3- Cross-border aspects of DWNF	A set of internationally recognized criteria, according to which the effects of the ship's movement are considered transboundary and which are taken into account when choosing DWNF options according to the principle: the lower the value of transboundary impact, the higher the level of environmental safety.
<b>Connections between the elements of the sub-criteria level and the elements of the criteria level (how certain sub-criteria of the SC for choosing the most ecologically safe option of DWNF are formed from individual criteria C)</b>		
SC1-Technical aspects of DWNF	C1-DWNF depth	The significance of the effects of the main technical parameters of the DWNF on environmental safety in the specific conditions of the compared route options is evaluated.
	C2-DWNF length	
SC2-E	C3-Natural environment (without biota)	From the point of view of environmental safety, the compatibility of the factors (parameters) of the natural environment (without biota) and the technical parameters of the compared variants of the DWNF routes is evaluated.
	C3- Natural environment	From the point of view of environmental safety, the significance of possible changes in the natural environment

	(without biota)	(without biota) during the construction and operation of the compared variants of the DWNF routes is assessed using a set of parameters.
	C4-Biota within the DWNF track	From the point of view of environmental safety, the significance of possible changes in biota during the construction and operation of the compared options of the DWNF routes is assessed using a set of parameters.
	C5- International requirements for planned activities within the bilateral reserve	From the point of view of environmental safety, the significance of possible changes in the state of the natural environment within the Ukrainian part of the bilateral reserve during the construction and operation of the compared variants of the DWNF routes is evaluated according to the parameters determined by international experts.
	C6- International requirements for the effects of planned activities on the environment	From the point of view of environmental safety, the significance of possible changes to the natural environment during the construction and operation of the compared options of the DWNF routes is evaluated according to the parameters determined by international experts.
SC3-Cross-border aspects of DWNF	C5- International requirements for planned activities within the bilateral reserve	From the point of view of environmental safety, the significance of possible changes in the state of the natural environment within the Romanian part of the bilateral reserve during the construction and operation of the compared variants of the DWNF routes is assessed according to the parameters determined by international experts.
	C6- International requirements for the effects of planned activities on the environment	From the point of view of environmental safety, the significance of possible cross-border changes in the natural environment during the construction and operation of the compared variants of the DWNF routes is assessed according to the parameters determined by international experts.
<b>Relationships between elements of the criteria level and elements of the parameters level (how individual parameters of the environment and the route of the DWNF influence the choice of the most environmentally safe option of the DWNF according to certain criteria C)</b>		
C1-DWNF depth	P1- The depth of the natural channel	The ratio between the design depth of the DWNF and the depth of the natural channel determines the amount of dredging work in the channel part of the route during the construction period: this volume is the smaller, therefore, ecological safety is greater, the deeper the natural channel.
	P2-Draw of the channel	The ratio between the design depth of the DWNF and the depth of the natural channel affects the intensity of the channel introduction during the operational period. At the same time, the volume of bottom dredging works in the channel part is less, therefore, the environmental safety is greater, the less the channel drift is at the design depth of the DWNF.
	P8- The steepness of	The design depth of the DWNF and the morphometry of the

	the decline of isobars near the MKD	seabed affect the volume of dredging works in the sea part of the route during the construction and operational periods.	
			This volume is the smaller, so the environmental safety is greater, the steeper the decline of the isobar near the sea edge of the delta.
C2-DWNF length		P3- The length of the DWNF in a natural channel with insufficient depths	The length of the DWNF in the natural channel affects the amount of dredging and occupation of land for dumps during the construction and operational periods. The greater it is, the greater these indicators can be (provided that the natural depth of the channel is insufficient).
		P4- The length of the DWNF in the artificial channel	The length of the DWNF in the artificial channel affects the amount of earthworks and occupation of land under the artificial channel and soil dumps during the construction period. The greater it is, the greater these indicators.
		P5- Length of the SAC DWNF	The length of the sea approach channel affects the volume of dredging works in the bar area of the DWNF track and occupation of the seabed under the sea dump during the construction and operational periods. The greater it is, the greater these indicators
		P7-MKD extension speed	An increase in the length of the MKD during the operational period is associated with the speed of the MCD advancement on the sea coast, therefore, the greater it is, the greater will be the amount of dredging work in the bar section of the DWNF route and occupation of the seabed under the sea dump during the operational period.
C3- Natural environment (without biota)		P1-Depth of the natural channel	The greater the depth of the natural riverbed, the less changes in its natural parameters will be caused by the arrangement of the DWNF.
		P2-Draw of the channel	The greater the drifting of the channel, the greater the intervention in the natural processes of the delta development will occur during the operation of the hydroelectric power station.
	P3- The length of the DWNF in a natural channel with insufficient depths	The greater the length of the DWNF in a natural channel with insufficient natural depths, the more changes in the morphometry and water regime of the delta will cause its creation.	

	P4- The length of the DWNF in the artificial channel	The greater the length of the DWNF in the artificial channel, the more changes in the morphometry and water regime of the delta will be caused by its creation.
	P5-Length of the SAC DWNF	The greater the length of the SAC, the more changes in the morphometry and water regime of the delta will cause the Arrangement of the DWNF.
	P6-Transverse introduction of SAC	The greater the transverse displacement of the SAC, the greater the interference with the natural morphodynamic processes in the area of the MKD will occur during the operation of the DWNF.
	P7- MKD advancement speed	The greater the speed of advancement of the MKD, the greater the interference with the natural morphodynamic processes in this area will occur during the operation of the DWNF.
	P8-The steepness of the decline of the isobar near the MKD	The greater the steepness of the dip of the isobar near the MKD, the less changes in the morphometry of the bottom of the sea coast and in the natural morphodynamic processes in this area will occur during the construction and operation of the DWNF.
	P10-Distance from the exit to the sea to the border with Romania	The greater the distance from the outlet to the sea to the border with Romania, the less will be the influence of the DWNF on the morphometry and water regime of the Romanian part of the delta.
K4- Biota within the highway and DWNF	P1-Depth of the natural channel	The greater the depth of the natural channel, the less will be the impact of the DWNF on the biota
	P2-Draw of the channel	The greater the drifting of the riverbed, the greater will be the influence of DWNF on the benthic biocenoses
		The greater the length of the DWNF in a natural channel with insufficient depths, the greater will be the impact on the biota
	P4- The length of the DWNF in the artificial channel	The greater the length of the DWNF in a natural channel with insufficient depths, the greater will be the impact on the biota
	P5-Length of the SAC DWNF	The greater the length of the SAC of the DWNF, the greater will be the impact on the biota.
	P6-Transverse introduction of SAC	The greater the lateral drift of the SAC, the greater will be the impact on the biota.
	P9- Availability of protected species	The more protected species of animals and plants are registered in the places of passage of the DWNF route, the greater will be the impact on the biota.
Co-international requirements for activities planned within the bilateral reserve	P3- The length of the DWNF in a natural channel with insufficient depths	The option is all the more in line with the international requirements for preserving the territory and biota of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve, the further from the border with Romania the DWNF route runs in a natural channel and, in particular, the smaller its part passes through the border territory, as well as the smaller the section of the route in its natural course, it passes near the protected

		zone of the reserve.
	P4- The length of the DWNF in the artificial channel	The option meets the international requirements for preserving the territory and biota of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve, the shorter the length of the route of the artificial channel within the territory of the reserve and the less valuable areas it crosses.
	P5-Length of the SAC DWNF	The shorter the length of the SAC, the more the option meets the international requirements for preserving the territory and biota of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve.
	P9- Availability of protected species	The option meets the international requirements for preserving the territory and biota of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve all the more, the fewer species of protected animals and plants are registered in the places of passage of the DWNF route.
	P10-Distance from the exit to the sea to the border with Romania	The option meets the international requirements for preserving the territory and biota of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve, the further from the border with Romania the outlet to the sea is located.
C6- International requirements for the environmental impact of planned activities	P1-Depth of the natural channel	The greater the depth of the natural channel along the DWNF route, the more the option meets the international requirements for environmental impacts.
	P2-Draw of the channel	The option meets the international requirements for environmental impacts, the less the drifting of the riverbed.
	P5-Length of the SAC DWNF	The option meets the international requirements for environmental impacts, the shorter the length of the SAC DWNF.
	P6-Transverse introduction of SAC	The option meets the international requirements for environmental impacts, the less the lateral entry of the SAC.
	P9- Availability of protected species	The option meets the international requirements for environmental impact all the more, the fewer species of protected animals and plants are registered in the places of passage of the DWNF route.
	P10-Distance from the exit to the sea to the border with Romania	The option meets the international requirements for environmental impacts, the further from the border with Romania the outlet to the sea is located
<b>Relationships between the elements of the parameter level and the elements of the level of impact factors (how the values of individual factors of the impacts of the DWNF on the environment of the delta depend on certain parameters of the P environment and the DWNF route)</b>		
P1- The depth of the natural channel	F1- The area of expropriated lands	The greater the depth of the natural bed along the DWNF route, the less need there is to extract land for dredging soil dumps.
	F3- Excavation volumes during the	The greater the depth of the natural channel along the DWNF route, the smaller the volume of earthworks during the

	construction period	construction period
	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the depth of the natural channel along the DWNF route, the smaller the volume of operational dredging works
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the depth of the natural channel along the DWNF route, the less changes in the hydrological regime of the delta islands
	F6- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The greater the depth of the natural channel along the DWNF route, the less changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta
Laying of the channel	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the drifting of the channel, the greater the volume of operational dredging works
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the drifting of the channel, the greater the change in the hydrological regime of the delta islands as a result of repeated dredging operations during the period of operation of the DWNF
P2- Laying of the channel	F6- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The greater the entrainment of the channel, the greater the change in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta as a result of redeposition and periodic removal of river sediments.
	F1- The area of expropriated lands	The greater the length of the DWNF in the natural channel, the greater the area of land that goes under the coastal soil dumps (with insufficient natural depths).
P3- The length of the DWNF in a natural channel with insufficient depths	F3- Excavation volumes during the construction period	The greater the length of the DWNF in the natural channel, the greater the volume of earthworks during the construction period (with insufficient natural depths)
	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the length of the DWNF in the natural channel, the greater the volume of operational dredging works (with insufficient natural depths)
	F1- The area of expropriated lands	The greater the length of the DWNF in the artificial channel, the larger the area of land is occupied for the arrangement of a profile recess and a bank embankment
P4- The length of the DWNF in the artificial channel	F3- Excavation volumes during the construction period	The greater the length of the DWNF in the artificial channel, the greater the volume of earthworks during the construction period
	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the length of the DWNF in the artificial channel (compared to the length in the natural channel), the smaller the volume of operational dredging works.
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the length of the DWNF in the artificial channel, the more violations of the natural hydrological regime of the delta islands as a result of the creation of an artificial obstacle between adjacent island areas
h o f	F1- The area of	The greater the length of the SAC DWNF, the larger the area



	expropriated lands	of the bottom is devoted to the opening and protective dams of the SAC, as well as to the sea dump of soil.
	F3- Excavation volumes during the construction period	The greater the length of the SAC DWNF, the greater the volume of earthworks during the construction period.
	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the length of the SAC DWNF, the greater the volume of operational dredging works.
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the length of the SAC of the DWNF, the greater the change in the hydrological regime of the delta islands as a result of the change in water levels in the adjacent sections of the channel, the redistribution of runoff between the arms of the delta, and the violation of the dynamics of bending and bending phenomena.
	F6-- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The greater the length of the SAC DWNF, the greater the change in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta due to disruption of the along shore transport of marine sediments.
P6- Cross entry of SAC	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the transverse displacement of the SAC, the greater the volume of operational dredging works.
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the transverse displacement of the SAC, the greater the change in the hydrological regime of the islands due to the instability of water levels in the adjacent sections of the channel.
	F6-- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The greater the transverse drift of the SAC, the greater the disruption of the along shore transport of marine sediments.
P7- MKD advancement speed	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the speed of advancement of the MKD, the greater the volume of operational dredging in the bar zone of the DWNF.
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the speed of advancement of the MKD, the greater will be the influence of the DWNF on the hydrological regime of the delta islands.
	F6-- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The greater the speed of MKD advancement, the greater will be the effect of DWNF on the morphodynamic regime of this zone.
I 0- I10 steepness of the decline of the isobar near the MKD	F1- The area of expropriated lands	The steeper the fall of the isobar near the MKD, the smaller the area of the bottom is drawn under the opening and protective dams of the SAC, as well as under the sea dump of soil.
	F3- Excavation volumes during the	The greater the steepness of the isobar decline near the MKD, the smaller the volume of earthworks in the bar zone during

	construction period	the construction period.
	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the steepness of the isobar decline near the MKD, the smaller the volume of operational dredging works.
	F6- Changes in the morpho-namic regime of the sea edge of the delta	The greater the steepness of the decline of the isobar near the MKD, the less will be the influence of the DWNF on the morphodynamic regime of this zone.
P9-Presence of protected species x species	F1- The area of expropriated lands	The more protected species that live in the area of the DWNF route, the greater the negative effects on the biota will be exerted by land occupation.
	F2-Location of the track relative to the reserve zones	The more protected species live in the area where the DWNF route passes, the greater the negative impact on biota will be caused by the violation of the protection regime of individual areas of the reserve due to the passage of the route near these areas.
	F3- Excavation volumes during the construction period	The more protected species that live in the area where the DWNF route passes, the greater the negative impacts on the biota will be caused by earthworks during the construction period.
	F4- Volumes of operational dredging works	The more protected species that live in the area of the DWNF route, the greater the negative impact on biota will be caused by operational dredging.
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The more protected species that live in the area of the DWNF route, the greater the negative effects on the biota will be caused by changes in the hydrological regime of the delta islands.
	F6-- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The more protected species that live in the area of the DWNF route, the greater the negative impact on the biota will be caused by changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta.
P10- The distance from the exit to the sea to the border with Romania	F2- Placement of the route relative to the zones of the reserve	The greater the distance from the exit to the sea to the border with Romania, the less cross-border impacts will be caused by the violation of the protection regime of individual zones of the reserve due to the passage of the route near these zones.
	F3- Excavation volumes during the construction period	The greater the distance from the outlet to the sea to the border with Romania, the smaller cross-border impacts will be exerted by earthworks during the construction period.
	F4- Volumes of operational dredging works	The greater the distance from the exit to the sea to the border with Romania, the less cross-border impacts will be caused by operational dredging.
	F5- Changes in the hydrological regime of the delta islands	The greater the distance from the outlet to the sea to the border with Romania, the smaller the transboundary effects will be from changes in the hydrological regime of the delta islands.

	F6-- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	The greater the distance from the outlet to the sea to the border with Romania, the smaller the transboundary effects will be from changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta
<b>Relationships between the elements of the level of impact factors and the elements of the level of options of the DWNF route (how exactly certain factors F of impacts on the environment of the delta are generated according to different options A of the DWNF route)</b>		
F1-- The area of expropriated lands	A1-Bystre arm	Occupation of lands on Yermakiv island under coastal soil dumps, extraction of areas of the seabed under the soil dump, occupation of the area of the bar under the SAC and enclosing dam, occupation of areas of the river bed under the stream directing dam and shore fortification.
	A2-Starostambulskyi arm	Occupation of lands on Yermakiv island under coastal soil dumps, occupying the area of the seabed under the soil dump, occupying the area of the bar under the SAC and the enclosing dam.
	A3-Prorva arm	Occupation of lands on Yermakiv island under the coastal soil dumps, occupation of the seabed area under the soil dump.
F1-- The area of expropriated lands	A4-Sluice channel: Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay	Occupation of lands on Yermakiv island under coastal soil dumps, occupation of a section of the seabed under a soil dump, occupation of a significant area of the flood plains for the creation of a profile recess and coastal embankment of a sluiced channel, occupation of the area of the bottom of Zhebriyanska Bay under the SAC and protective dams.
	A5-Sluice channel: Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	Occupation of lands on Yermakiv island under coastal soil dumps, occupying a significant area of protected floodplains for the creation of a profile recess and coastal embankment of the sluiced channel, extracting areas of the bottom of the lake. Sasyk under the SAC.
	A6-Sluiced channel from the Ochakiv branch to the water area of the Ust-Dunaisk port	Occupation of lands on Yermakiv island under coastal soil dumps, extraction of areas of the seabed under the soil dump, occupation of the territory of degraded floodplains for the creation of a profile recess and coastal embankment of the sluiced channel, extraction of areas of the bottom of Zhebriyanska Bay under the SAC and protective dams.
F2- Placement of the route relative to the reserve zones of the reserve zones	A1-Bystre arm	The route crosses the central section of the protected zone of the DBR along the Bystre arm (within the zone of anthropogenic landscapes), passes near the buffer zone and the zone of anthropogenic landscapes along the Starostambulskyi and Pryamyi arms and crosses the buffer zone on the bar section of the Bystre arm.
	A2-Starostambulskyi arm	The route crosses the central section of the protected area of the DBR along the Bystre arm (within the zone of anthropogenic landscapes), passes near the buffer zone and

		the zone of anthropogenic landscapes along the branches of Starostambulskyi and Pryamyi and crosses the buffer zone on the bar section of the Starostambulskyi arm.
F2- Placement of the route relative to the zones of the reserve	A3-Prorva arm	The route passes near the northern section of the protected zone of the DBR along the Ochakiv arm (within the zone of anthropogenic landscapes), near the buffer zone and the zone of anthropogenic landscapes along the Ochakiv and Pryamyi arms, crosses the buffer zone in the shallow waters of Zhebriyanska Bay.
	A4-Sluice channel: Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay	The route crosses the territory of the zone of anthropogenic landscapes and the buffer zone of the DBR to the north of the Solomon arm, passes near the buffer zone along the Pryamyi arm, and crosses it in the shallow waters of the Zhebriyanska Bay.
	A5-Sluice channel: Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	The route crosses the territory of the zone of the regulated protected regime of the DBR to the north of the Solomon arm and passes along the Solomon arm next to the zone of anthropogenic landscapes of Yermakiv island.
	A6-Sluiced channel from the Ochakiv branch to the water area of the Ust-Dunaisk port	The route crosses the territory of the buffer zone of the DBR to the north of the Ochakiv arm and in the shallow waters of the Zhebriyanska Bay, passes near the buffer zone and the zone of anthropogenic landscapes along the Ochakiv and Pryamyi arms.
F3 -Excavation volumes during the construction period	A1-Bystre arm	Creation of an SAC slot and an enclosing dam on the sea bar section of the Bystre arm, dredging in separate sections of the Bystre, Starostambulskyi and Pryamyi arms, creation of a stream directing dam before the outlet of the Bystre arm, strengthening of certain sections of the banks of the Bystre arm.
	A2-Starostambulskyi arm	Creation of an SAC slot and an enclosing dam on the sea bar area of the Starostambulskyi arm, dredging in separate areas of the Starostambulskyi and Pryamyi arms.
F3- Excavation volumes during the construction period	A3-Prorva arm	Large-scale dredging in the Prorva and Ochakiv arms, as well as dredging in separate sections of the Pryamyi arm. Deepening of the SAC slot in the shallow waters of Zhebriyanska Bay.
	A4-Sluice channel: Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay	Creation of a profile notch and coastal embankment of the sluiced channel between the Solomon Arm and Zhebriyanska Bay, creation of the SAC and protective dams in the shallow water of Zhebriyanska Bay. Dredging in separate areas of the Solomoniv and Pryamyi arms.
	A5-Sluice channel: Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	Creation of a profile recess and bank embankment of the sluiced channel between the Solomon Arm and the lake Sasik. Creation of SAC in the shallow waters of the lake Sasik. Dredging in separate areas of the Solomon Arm.

	A6-Sluiced channel from the Ochakiv branch to the water area of the Ust-Dunaisk port	Creation of a profile recess and a bank embankment of the sluiced channel between Ochakiv arm and Zhebriyanska bay. Large-scale dredging in the Ochakiv arm, as well as dredging in separate sections of the Pryami arm. Creation of SAC and protective dams in the shallow waters of Zhebriyanska Bay.
F4- Volumes of operational dredging works	A1-Bystre arm	Maintenance of the design depths of the SAC opening in the area of the sea bar of the Bystre arm and in separate sections of the Bystre, Starostambulskyi and Pryami arms.
	A2-Starostambulskyi arm	Maintenance of the design depths of the SAC opening in the area of the sea bar of the Starostambulskyi arm and in separate areas of the Starostambulskyi and Pryami arms.
	A3-Prorva arm	Maintenance of the design depths of the SAC opening in the shallow waters of Zhebriyanska Bay, in the Prorva and Ochakiv arms, as well as in certain sections of the Pryami arm.
F4- Volumes of operational dredging works	A4-Sluice channel: Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay	Maintenance of the design depths of the SAC slot in the shallow waters of Zhebriyanska Bay and in separate sections of the Solomoniv and Pryami arms.
	A5-Sluice channel: Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	Maintenance of the design depths of the SAC opening in the shallow waters of the lake. Sasyk and in some parts of Solomon's arm.
	A6-Sluiced channel from the Ochakiv branch to the water area of the Ust-Dunaisk port	Maintenance of the design depths of the SAC slot in the shallow waters of the Zhebriyanska Bay, in the Ochakiv arm, as well as in certain sections of the Pryami arm.
F5-Changes in the hydrological regime of the delta islands	A1-Bystre arm	The creation of an SAC slot in the bar section of the Bystre arm can lead to the redistribution of runoff between the branches of the delta and a change in the water regime of the delta islands.
	A2-Starostambulskyi arm	The creation of an SAC slot in the bar area of the Starostambulskyi arm can lead to the redistribution of runoff between the branches of the delta and a change in the water regime of the delta islands.
	A3-Prorva arm	A change in the hydrological regime of the delta is unlikely.
	A4- Gateway channel: Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay	The creation of a sluiced channel will lead to the loss of hydraulic communication between the floodplains on different sides of the channel and a change in the hydrological regime in significant areas of the delta.
	A5- Gateway channel: Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	The creation of a sluiced channel will lead to the loss of hydraulic communication between the floodplains on different sides of the channel and a change in the hydrological regime in significant areas of the delta
	A6- The sluice	A change in the hydrological regime of the delta is unlikely.

	channel from the Ochakiv arm to the water area of the Ust-Dunaisk port	
F6- Changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta	A1-Bystre arm	The creation of an SAC and an enclosing dam can affect the parameters of the alongshore flow of sediments and the morphodynamic regime of the sea edge of the delta in the section between the Bystre and Starostambulskyi branches.
	A2-Starostambulskyi arm	The creation of an SAC and an enclosing dam can affect the parameters of the along shore flow of sediments and the morphodynamic regime of the sea edge of the delta in the area south of the Starostambulskyi arm
	A3-Prorva arm	An increase in the removal of sediments along the Prorva arm may accelerate the shallowing of Zhebriyanska Bay. Extraction of a significant volume of sediments from the Ochakiv arm during the construction and operation of the hydroelectric power plant can affect the parameters of the along shore flow of sediments and the morphodynamic regime of the sea edge of the delta in the area south of the Ochakiv arm.
	A4- Gateway channel: Solomon's Arm - Zhebriyanska Bay	A change in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta is unlikely.
F6	A5-Sluice channel: Solomon's arm - lake Sasyk - Zhebriyanska Bay	A change in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta is unlikely.
	A6-Sluiced channel from the Ochakiv branch to the water area of the Ust-Dunaisk port	Extraction of a significant volume of sediments from the Ochakiv arm during the construction and operation of the hydroelectric power plant can affect the parameters of the along shore flow of sediments and the morphodynamic regime of the sea edge of the delta in the area south of the Ochakiv arm.

In the process of synthesis, global priorities are determined for each level (Fig. 2.5 – 2.9) and for the entire hierarchy as a whole (Fig. 2.10), as well as the relative consistency (RC) of the entire hierarchy, which was 8.6%.

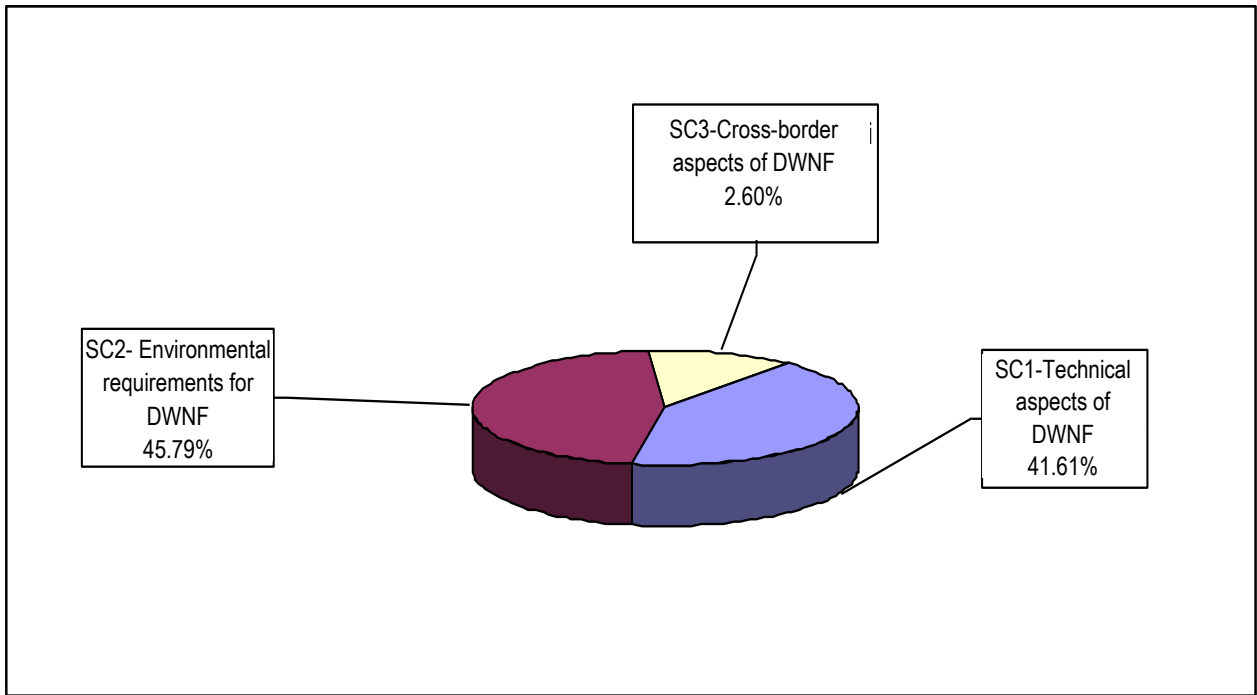


Figure 2.5 Distribution of priorities between subcriteria SC1...SC3

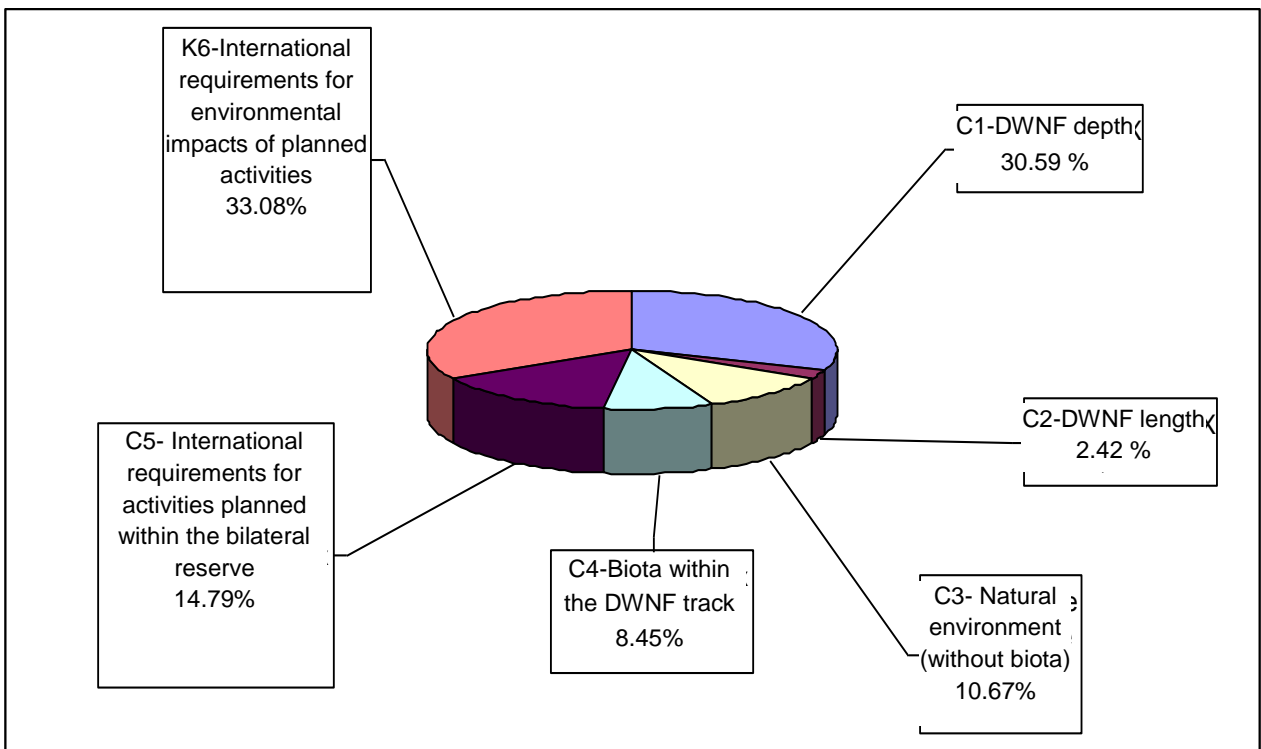
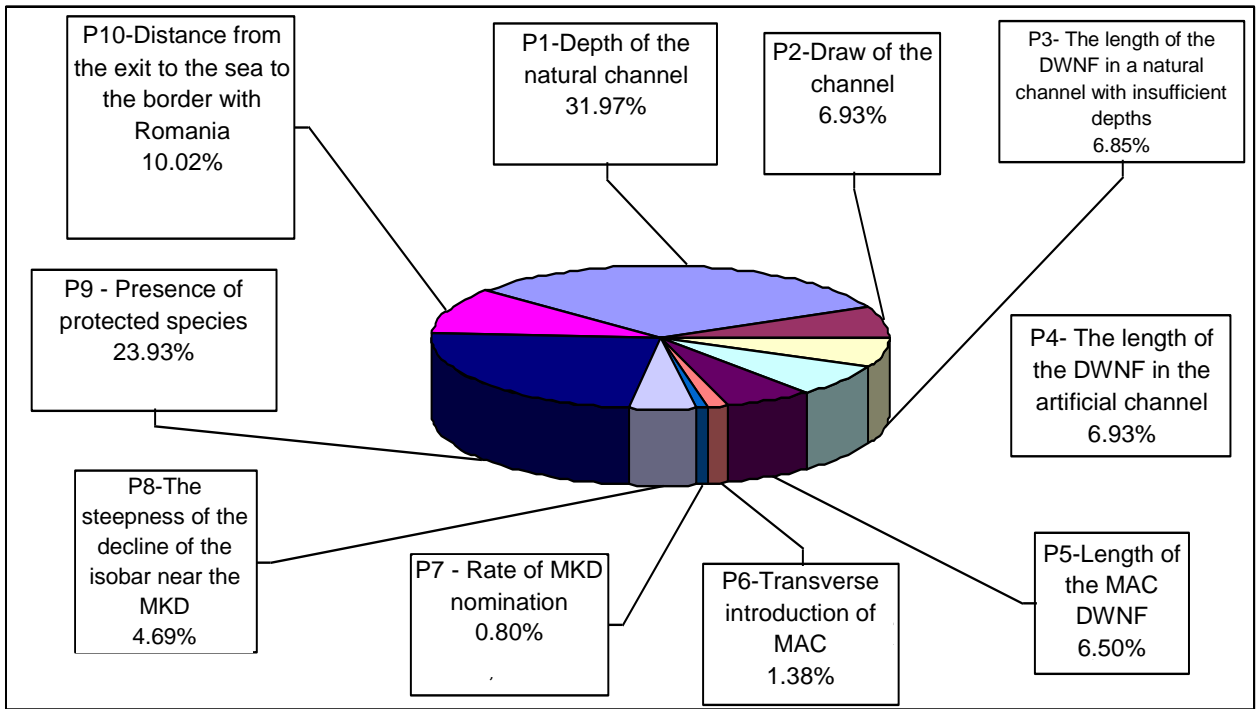
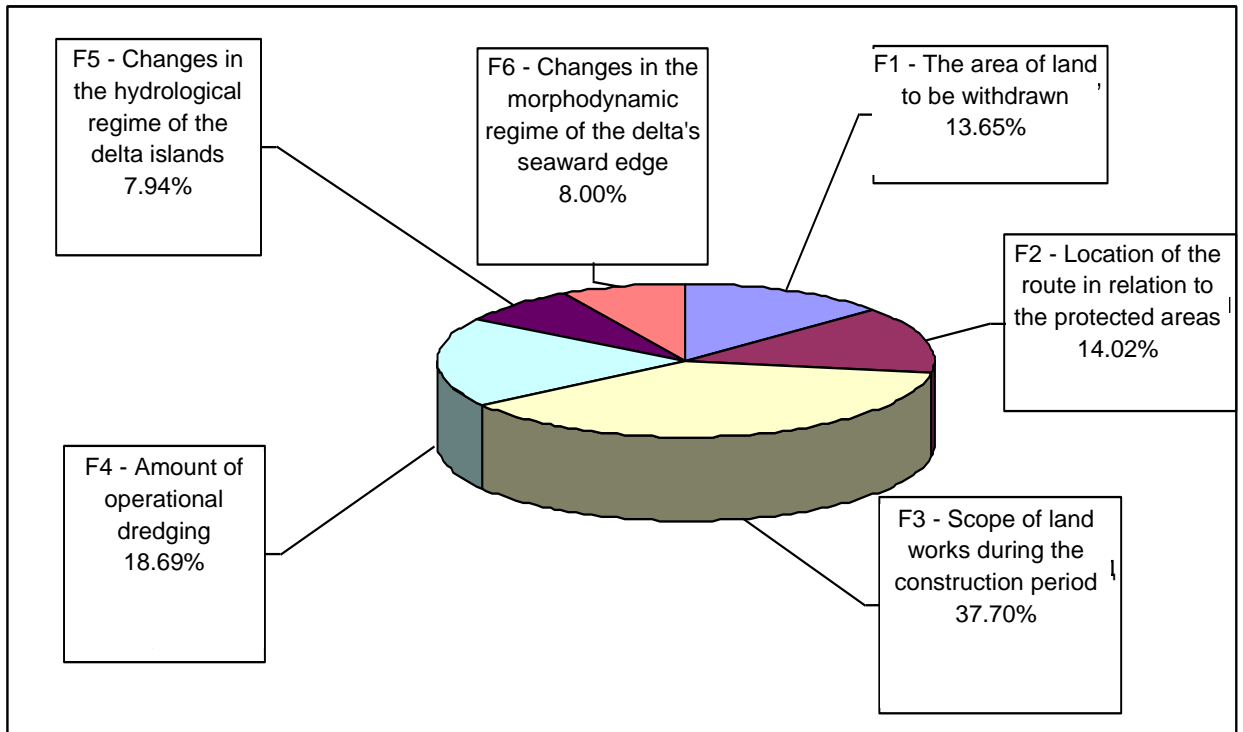


Figure 2.6 Distribution of priorities between criteria C1...C6

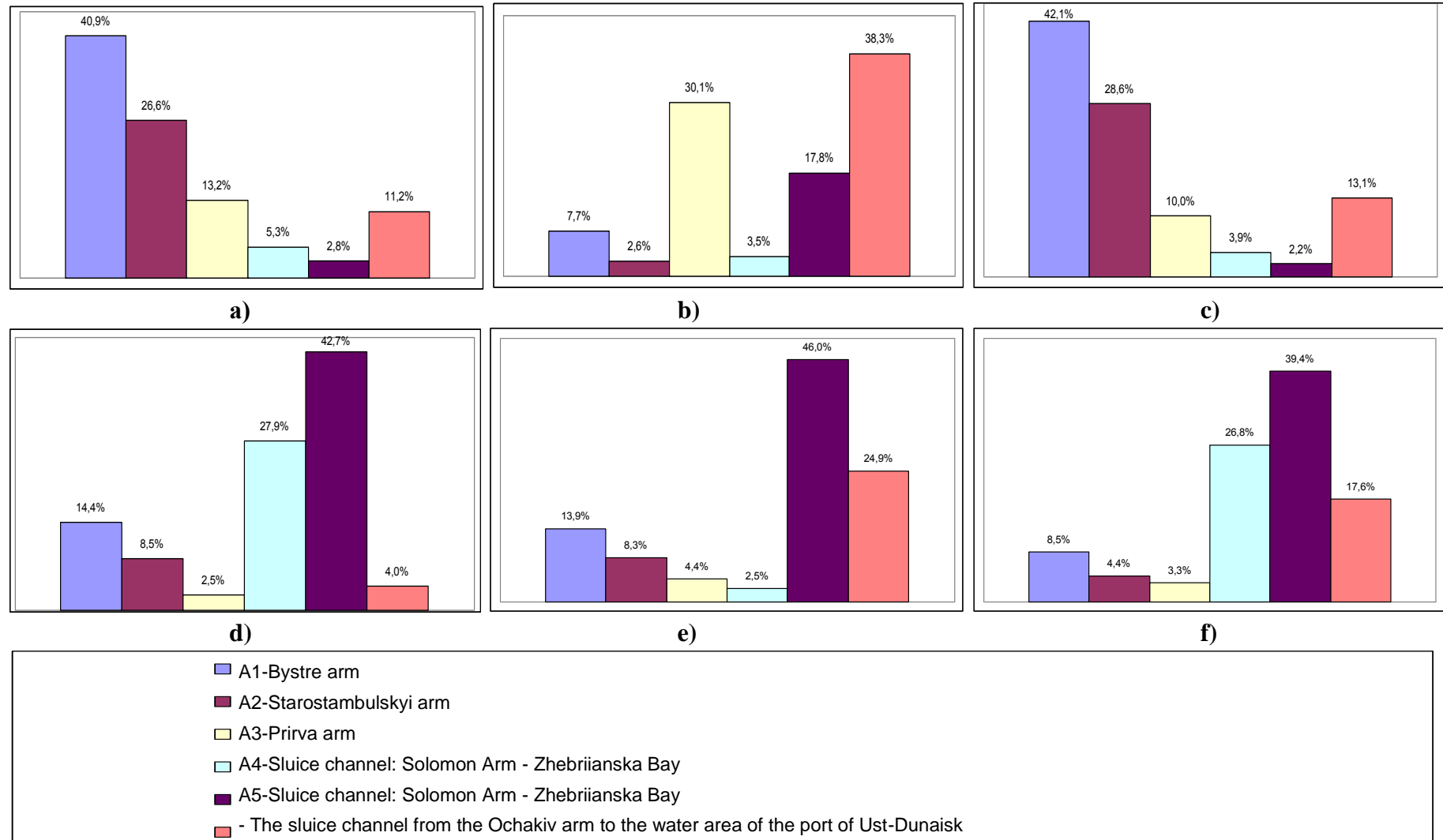


**Figure 2.7** Distribution of priorities between parameters P1...P10

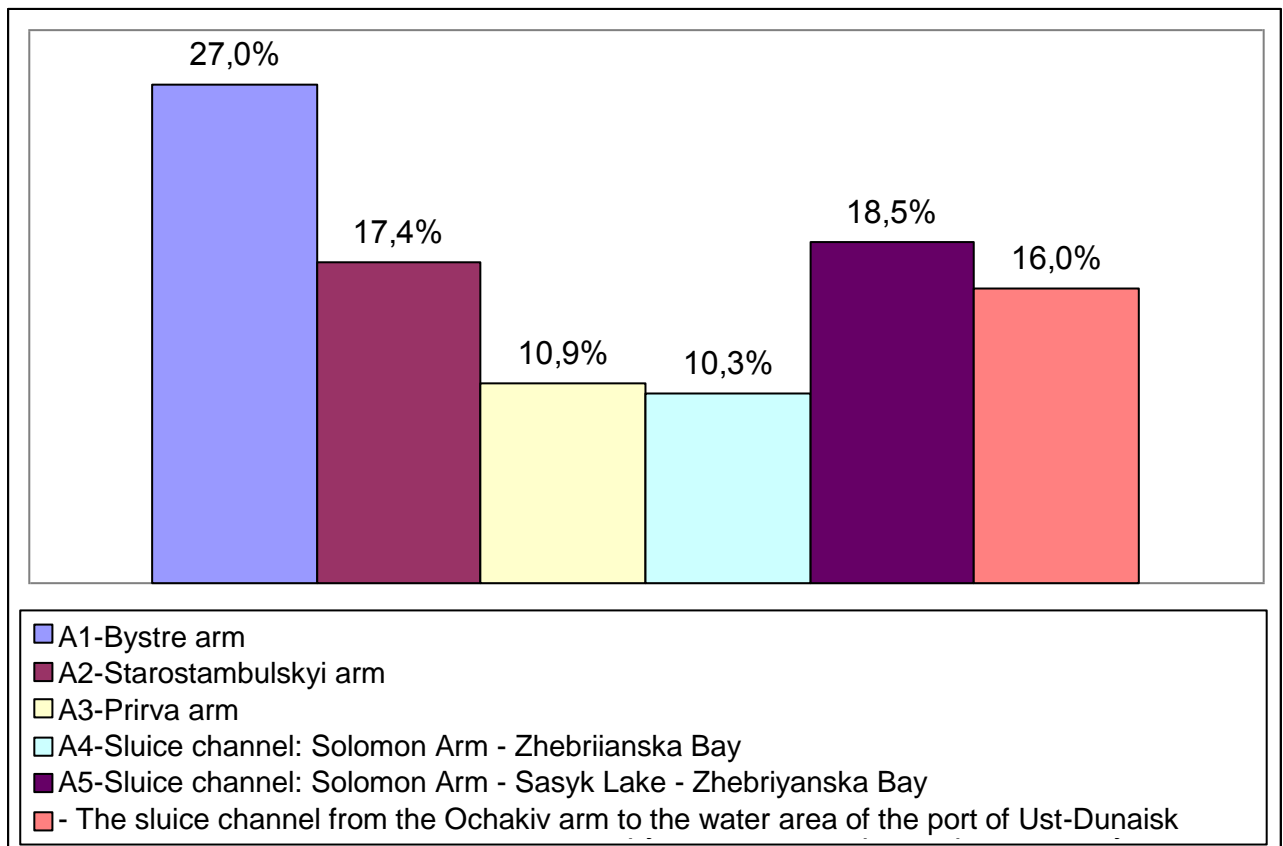


**Figure 2.8** Distribution of priorities between factors of influence F1...F6





**Figure 2.9 Distribution of priorities between alternative options A1...A6 in relation to individual impact factors:**  
a) to the acquisition of land (F1), b) to the location of the route in relation to the reserve zones (F2), c) to the volumes of land (or dredging) works during the construction period (F3); d) to the volumes of dredging works during the operational period (F4), e) to changes in the hydrological regime of the delta islands (F5), f) to changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta (F6)



**Figure 2.10 Integral assessments of the priorities of alternative options A1...A6**

Experts were guided by two principles when formulating estimates for comparing DWNF options:

- the presence of valuable territories of DBR within the influence zones everyone in principle, possible options for shipping routes on the sections between the Kiliya arm and the sea;
- the dependence of the size of the zone of influence and the strength of the influence on the volume of man-made intervention in the natural landscapes and biocenoses of the delta and in the processes of delta formation.

When constructing the hierarchy, the value of the protected area territories was taken into account at the level of influencing factors - factor F2 "Location of the route relative to the reserve zones". In relation to this factor, the option of the route along the Bystre arm takes fourth place according to expert assessments - only 7.7% of priorities (see fig. 2.9, b).

In addition to the value of the territories, the volume of man-made intervention was also taken into account when comparing route options (see fig. 2.9, a, c, d) and the significance of their consequences (see fig. 2.9, e, f).

From the diagrams showing the ratio of priorities at different levels of the hierarchy, it can be seen that among the sub-criteria (SC) the highest priority belongs to the environmental requirements for the DWNF, and a relatively low priority to cross-border aspects (see Fig. 2.5).

This is explained by the fact that most of the requirements for transboundary impact are closely related to environmental requirements and are assigned to the last sub-criterion.

Great importance in the hierarchy of priorities related to international requirements can be seen at the level of criteria (C), where the total priority of international requirements reaches 48 percent (see fig. 2.6). Next in importance at the level of criteria is the depth of the DWNF, because this criterion is the main technical requirement for the DWNF.

At the level of parameters (P), where the most significant parameters of the natural environment and the ship's course are given (see fig. 2.7), the highest priorities are the depth of the natural bed (since it depends on the manifestation of the main factors of influence related to construction and operational dredging works), and the presence of protected species along the route of the DWNF (since there are negative effects on this parameter, according to experts, the most dangerous).

Finally, at the level of impact factors (F), the highest priority is given to the volumes of land works during the construction and operational periods (see Fig. 2.8), since most of the possible negative consequences of the planned activity are directly or indirectly related to these impacts.

In relation to individual influencing factors, the priorities between alternative options (A) were distributed differently: in relation to the extraction of land (F1) and the volumes of land (or dredging) works during the construction period (F3), the most prioritized options of the DWNF route A1 and A2, in relation to the location of the route relative to the reserve zones (F2) – options A6 and A3; in relation to the volumes of dredging works during the operational period (F4) and to changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta (F6) - options A5 and A4, to changes in the hydrological regime of the delta islands (F5) - options A5 and A6 (see Fig. 2.9).

Integrated comparative evaluations of alternative options obtained according to global priorities for the entire hierarchy as a whole demonstrated a significant advantage of option A1 - the route of the DWNF along the Bystre arm - over other options (see fig. 2.10).

## **2.2 Description of technical alternatives**

### **Technical alternative 1.**

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea is planned by conducting hydrotechnical and dredging works with the allocation of three launch complexes (LC): LC I - provision of the actually achieved parameters of the DWNF of Danube - Black Sea; LC II - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 5.0 m; LC III - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 7.2 m.

When implementing project solutions:

- LC I is planning to reconstruct the existing northern enclosing dam on the site adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is not carried out.

- LC II construction of the southern barrier dam is planned on the site adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is carried out on the SAC and the river section of the DWNF (overflow).

- LC III is planned to complete the sea sections of the southern and northern enclosing dams; dredging is carried out on the SAC and the river section of the DWNF (overflow).

In this way, a system of two parallel jet compression dams will be created.

The storage of the dredging soils of the river part of the DWNF is carried out on the existing coastal hydraulic dump; the storage of the dredging soils of the sea part is carried out on the existing sea underwater dump of the dredging soils.

### **Technical alternative 2.**

The main technical solutions according to the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta. Full development". Design-research and design-technological institute of river transport "RICHTRANSPROEKT", Kyiv, 2006.

The implementation of the solutions of the working project is foreseen in 2 stages.

At the first stage (phase 1) of the restoration of the DWNF, it is envisaged to carry out dredging works for the creation of a sea approach channel (SAC) through the bar of the Bystre arm with a length of 3,432 km, the construction of a part of the one-way barrier dam north of the SAC (the length at the first stage is 1040 m, with further extension to 2,730 m.), deepening of the rolling stock in the Kiliya arm between Izmailskyi Chatal and Vylkove. More than 90% of the length of the DWNF route passes through the channel of the Kiliyskyi arm, the width and prevailing depths of which meet the requirements for a waterway of the highest international class. Dredging works at the 1st and 2nd stages are necessary only within the boundaries of the rolling stock.

The purpose of stage 1 is to ensure the passage of vessels with a draft of 5.85 m along the DWNF route.

In the second stage (phase 2), the continuation of dredging works and hydrotechnical works on the bar of the Bystre arm and the roll-offs of the Kiliyskyi and Starostambulskyi arms is foreseen until the full development of the DWNF, with the aim of bringing its parameters to international standards and ensuring the passage of vessels with a draft of 7.2 m. In order to achieve stable operation of the DWNF at this stage, completion of the enclosing dam and the construction of a stream directing dam and shore fortifications at the fork of the Bystre and Starostambulskyi arms are foreseen.

At stage 1, dredging works in the channel of the Bystre arm are not planned. At the second stage (full development) of the DWNF, the amount of soil excavation in the Bystre arm is expected to be insignificant.

The storage of dredging soil is planned in the coastal dumps on the left bank of the Kiliya branch and on the sea dump of soil, under which a section of the seabed in the form of a circle with an area of 269.2 hectares at a depth of 22 m, located east of the mouth of the Bystre arm, 8 km from the coastline, has been set aside .

The main difference between Technical Alternative 2 and Alternative 1 is the lack of a seawall south of the sea approach channel. The presence of only the northern dike brings the conditions of the sea approach channel area closer to natural conditions, but at the same time, compared to alternative 1, it only partially reduces the entrainment of the sea approach channel opening by bottom sediments. The insufficient efficiency of the one-way dike is especially noticeable in stormy conditions, which leads to the need for large volumes of dredging work in the marine water area adjacent to the DBR.

**On the basis of the above, alternative 1 was accepted for design.**

### **3 DESCRIPTION OF THE CURRENT STATE OF THE ENVIRONMENT AND ITS LIKELY CHANGE WITHOUT CARRYING OUT THE PLANNED ACTIVITY**

Areas of the planned activity, on which it is planned to carry out works on the reconstruction of the construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" are located in:

- sea part: Sea Approach Channel, enclosing sea approach channel dam, sea underwater dump of dredging soils;
- river part: Black Sea - Vylkove section (1.5 - 20.5 km), Vylkove - Izmailskyi Chatal section (20.5 - 116 km), Izmailskyi Chatal - Reni section (116.0 - 170.36 km).
- river and coastal dredging soil dumps: coastal areas of the Izmail district of the Odesa region.

The description of the current state of the environment in the region is based on reliable statistical data, Regional reports on the state of the natural environment in the Odesa region, the ecological passport of the Odesa region, the Development Strategy of the Odesa region, and other sources [1-53].

#### **3.1 Climatic characteristic**

The climate in the area of the planned activity area, as in the region as a whole, is humid, combining continental and maritime features.

In the summer period of the year, the air temperature is quite stable. Local transformations of air masses play the main role in shaping the weather in summer. In the warm season (March-October), breezes are formed, which on average count up to 25 days a year.

In winter, unstable gloomy weather prevails with frequent thaws (50-60 days) and short-term cooling. The snow cover is unstable, it is established in the first decade of December, the average duration of its occurrence is less than 40 days.

Spring is characterized by gloomy weather and fog due to the cooling effect of the sea. Autumn was long, warmer than spring, mostly cloudy.

Within the Danube Delta, the relative humidity of the air is quite significant (80% on average) and noticeably increases towards the sea.

The average annual absolute humidity in Izmail is 10.3 mb. The course of absolute humidity is well consistent with the course of air temperature. In January-February, as a result of low temperatures, evaporation decreases and absolute humidity reaches its lowest values (4.9 mb). As

the surface of the land warms, evaporation increases, in July-August the absolute humidity reaches a maximum of 16.9 mb.

Relative humidity from October to May is higher than 70%, and from June to September - less than 70%. The minimum relative humidity (65%) is observed in July and August.

*Special weather phenomena.* On average, the number of days with fog in the Danube Delta ranges from 36 (Vylkove) to 47 (Izmail). The greatest recurrence of fogs is noted in the cold season, especially in warm winters, when their number reaches 15 or more cases per month. In summer, there is an average of about one fog per month. Moreover, their frequency decreases as they approach the sea. On average, the number of days with fog ranges from 36 to 50 per year.

The sea breeze has a north-westerly direction and a speed of 3-4 m/s, a coastal breeze has a north-easterly direction and a speed of 1-2 m/s.

Climatic and meteorological conditions of the Danube estuary have a great influence on the hydrological regime. Changes in air temperature determine the thermal and ice regime of watercourses and reservoirs, precipitation and evaporation affect the water balance of the delta and its reservoirs. Also, an important factor is the wind regime, which affects bending and bending phenomena, the processes of seawater penetration into the arms of the delta [25].

Atmospheric circulation is one of the most important climate-forming factors, because the patterns of transport and interaction of air masses affect the regime of temperature, precipitation and wind of a given territory. The Danube Delta belongs to the temperate continental climate zone. During almost the entire year, polar air masses dominate here with periodic incursions of arctic and tropical air masses.

Cooling in the Danube Delta is associated with the invasion of polar or arctic continental masses. In the cold season, the Danube Delta is most often under the influence of Azorean or Asian highs.

In the warm season, the circulation of the atmosphere is determined by the development of the Azores maximum and the associated westward transfer of marine polar air, which, passing over Western Europe, gradually loses moisture, warms up and enters the delta with continental polar air, causing dry, warm and cloudless weather. Masses of continental, dry, highly heated tropical air relatively often enter the delta in spring, summer, and autumn, causing droughts and dry spells. Marine tropical air enters the delta very rarely, its arrival is accompanied by thunderstorms.

### **3.2 Meteorological regime**

Data from long-term observations of the Izmail weather station and data from the electronic resource weatherspark.com were used to compile a brief description of the meteorological regime of the Izmail district of the Odesa region.

*Temperature* of air refers to indicators that reflect the climatic features of the area. One of the main ones is the average monthly air temperature, which characterizes the general background of the territory.

Average long-term values of the average annual air temperature are in the range of plus 10-12°C; the largest values reach plus 12.2-12.6°C, the smallest – plus 9.1-9.6°C.

Winter in the Danube region is relatively warm. The average monthly air temperature of the coldest month (January) in the village of Prymorske and city of Izmail is - minus 1.8°C, in town of Vylkove - minus 1.5°C.

Winter begins in the second half of December and lasts until the second half of February. Throughout the season, there is a constant alternation of relatively short-term invasions of warm and cold air masses.

Spring is dry and cool. Positive air temperatures are established in March. Spring weather is changeable. During the day, the temperature often rises to plus 20-25°C, and when cold air invades, it drops to minus 10-15°C.

Summer is hot and dry, starting in May and ending in September. Hot weather comes suddenly. Frosts are observed in April, and in May the average monthly air temperature is plus 15.9-17.1 °C, rising on a separate day in July to plus 38-41 °C.

Autumn begins in October and lasts until the second half of December. The first half of autumn is warm and dry. The air temperature slowly decreases from plus 20-24°C to plus 12°C. The sharpest drop in temperature occurs in December. Autumn is always warmer than spring, which is explained by the influence of the Black Sea. Average temperatures in October-November are higher than in April and March by 1.5-4.0°C.

The maximum annual values of air temperature reach plus 37.5°C (Vylkove), plus 40.1°C (Izmail). Minimum annual air temperatures can drop to minus 25.4°C (Izmail) and minus 23.2°C (Vylkove) [25].

Analysis of long-term changes in air temperature in Izmail and Vylkove as a whole revealed a noticeable warming of the climate in this area of the Danube estuary region. The acceleration of the growth of the average July and maximum annual air temperature in the second half of the considered period, as well as the increase of the average January and minimum air temperature [25] was noted.

2021 was generally moderately warm and humid. The average air temperature for the year was 11.9°C, which exceeds the average long-term value by 0.2°. The maximum air temperature was recorded on July 28 (35.4°), the minimum – on February 17 (-12.9°) (table 3.1).



**Table 3.1 - Temperature regime in 2021.**

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Average, °C	2.2	1.9	4.6	9.4	16.5	20.5	24.7	24.1	17.2	10.7	7.8	3.1
Maximum, °C	13.9	19.3	18.7	21.0	28.2	32.9	35.4	34.7	30.4	25.2	21.7	14.9
Minimum, °C	-12.6	-12.9	-5.7	-2.2	4.0	10.3	14.2	14.1	7.1	-0.5	-5.1	-9.5

Features *wind regime* the Danube deltas influence the hydrological processes occurring in the delta.

The estuary region of the Danube is characterized by weak and moderate winds with a speed of 5-10 m/s. The average annual wind speed of different directions in the city. Izmail, it varies from 3.4 to 4.9 m/s, northerly winds have the highest repeatability (up to 40% in Izmail), westerly and easterly winds have the lowest frequency (28-33%).

In winter, there is a predominance of winds from the northern quarter, North – 17.34%, North-East – 13.45% and North-West – 14.42% of cases. The share of strong winds (>15 m/s) is 0.90% of cases. Calms was noted in 16.21% of cases.

In summer, winds from the South-West (14.88%), 3-axis (13.49%) and South (12.04% of cases) directions prevail. Strong winds (>15 m/s) make up only 0.1% of the total number of cases. The share of weak winds increases to 48.26%.

The average wind rose is given in table 3.2.

Repetitiveness of calms continues to increase (21.40% of cases). Wind conditions have some differences in spring and autumn. In spring (from January to April), the frequency of the south wind increases. The wind with a northerly component has a fairly significant repeatability. In autumn, north and north-westerly winds prevail. Wind speed of 3-4 m/s can most often be observed in the Danube region during the year (table 3.3).

The highest average speeds (3.6 - 4.4 m/s) occur in the winter months, and the lowest in the summer months (about 2.9 m/s). Calms are very rare in all seasons, which is explained by the influence of the sea, which constantly supports the contrast of temperatures and pressure gradients.

**Table 3.2 – Average wind rose:**

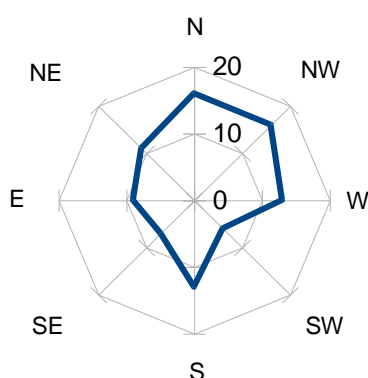
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm
Speed, m/s	6.2	6.6	5.2	4.3	5.0	4.4	4.2	5.8	0.0
Repeatability, %	16	16	7	10	12	9	7	13	10

**Table 3.3 – Average monthly wind speed (m/s)**

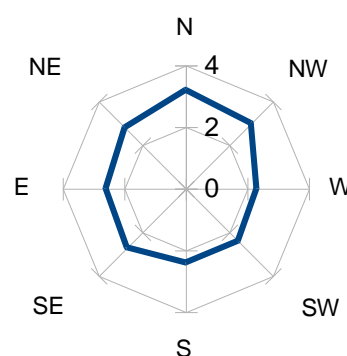
Weather station	Months												Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Bolgrad	3.2	3.5	3.4	3.5	3.1	2.9	2.9	2.7	2.6	2.7	2.9	3.0	3.0
Izmail	4.0	4.4	4.3	4.3	3.8	3.5	3.2	2.9	2.9	3.0	3.3	3.6	3.6

Wind speed, the repeatability of which is exceeded by 5%: 15 m/s.

In 2021, the average wind speed was in the range of 2.3-3.2 m/s. The maximum wind speed reached 19 m/s. Number of days with wind speed  $\geq$  15 m/s was equal to 24.



Repeatability of wind directions by town Izmail



Average wind speed according to m. Izmail

**Rainfall** in the territory of the Danube delta, they fall fairly evenly, with a slight decrease in their number towards the sea. The average annual amounts of precipitation at the Izmail and Vylkove weather stations for the period 1945-2003 were 461 and 445 mm, respectively.

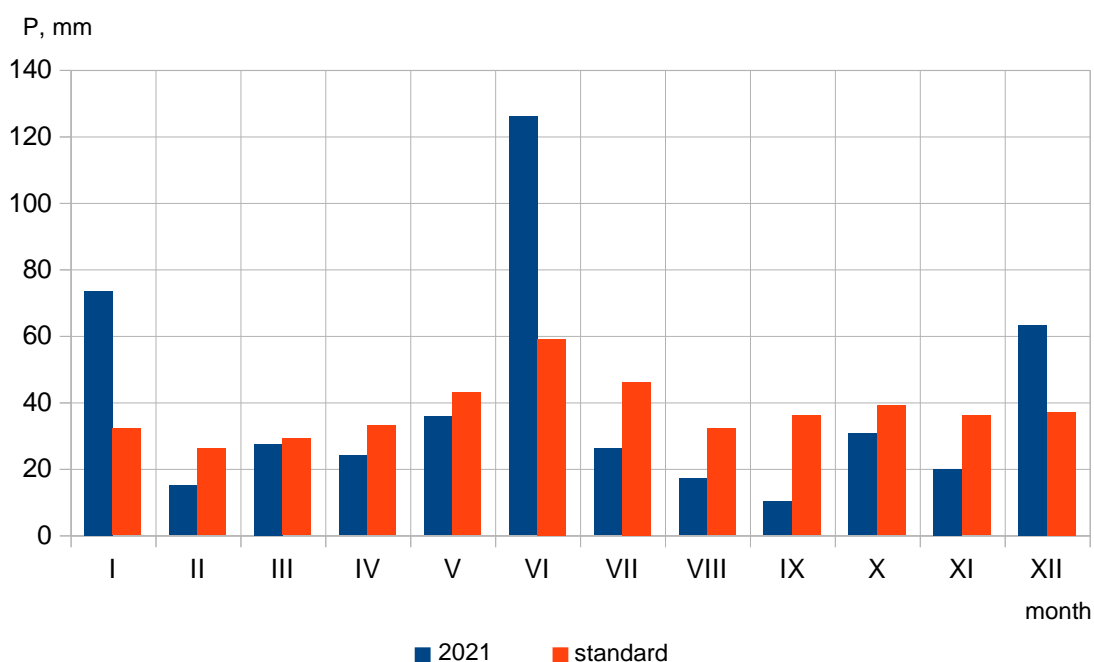
In summer, precipitation falls mainly in the form of showers. During this period, the absolute maxima of daily precipitation for the entire period of observation both in Izmail (98.4 mm) and in Vylkove (88.7 mm) fall.

The cold period is characterized by cloudy precipitation. In November, mostly snow falls, which quickly melts. The snow cover is formed at the end of December and the beginning of January and is characterized by instability. The height of the snow cover is on average 2-6 cm. The average duration of the period with snow cover is about 25-30 days, in some winters the snow is stored for 2.0-2.5 months.

The average date of the appearance of snow cover is December 20, the earliest is November 4, the latest is February 9.

The total amount of precipitation falling in the region varies from 370 to 525 mm/year. Their largest amount (up to 60-70%) falls in the warm period (April-October) and amounts to 275-325 mm. In the cold period (November-March), the amount of precipitation rarely exceeds 30-40% of the annual amount (up to 200 mm).

In 2021, the amount of precipitation for the year was 468.0 mm, which corresponds to 104% of the long-term norm. The largest amount of precipitation fell in January (73.4 mm), June (125.8 mm) and December (63.2 mm), the maximum amount of precipitation for the year was recorded in June - 213% of the norm. The largest precipitation deficit was observed in September (10.0 mm) (Fig. 3.1).



**Figure 3.1 – Schedule of the amount of precipitation for 2021 and for a multi-year period by city. Izmail**

The coefficient that determines the conditions of dispersion of pollutants in the atmosphere depends on the stratification of the atmosphere: 200.

Terrain coefficient: 1.

### 3.3 Hydrological regime

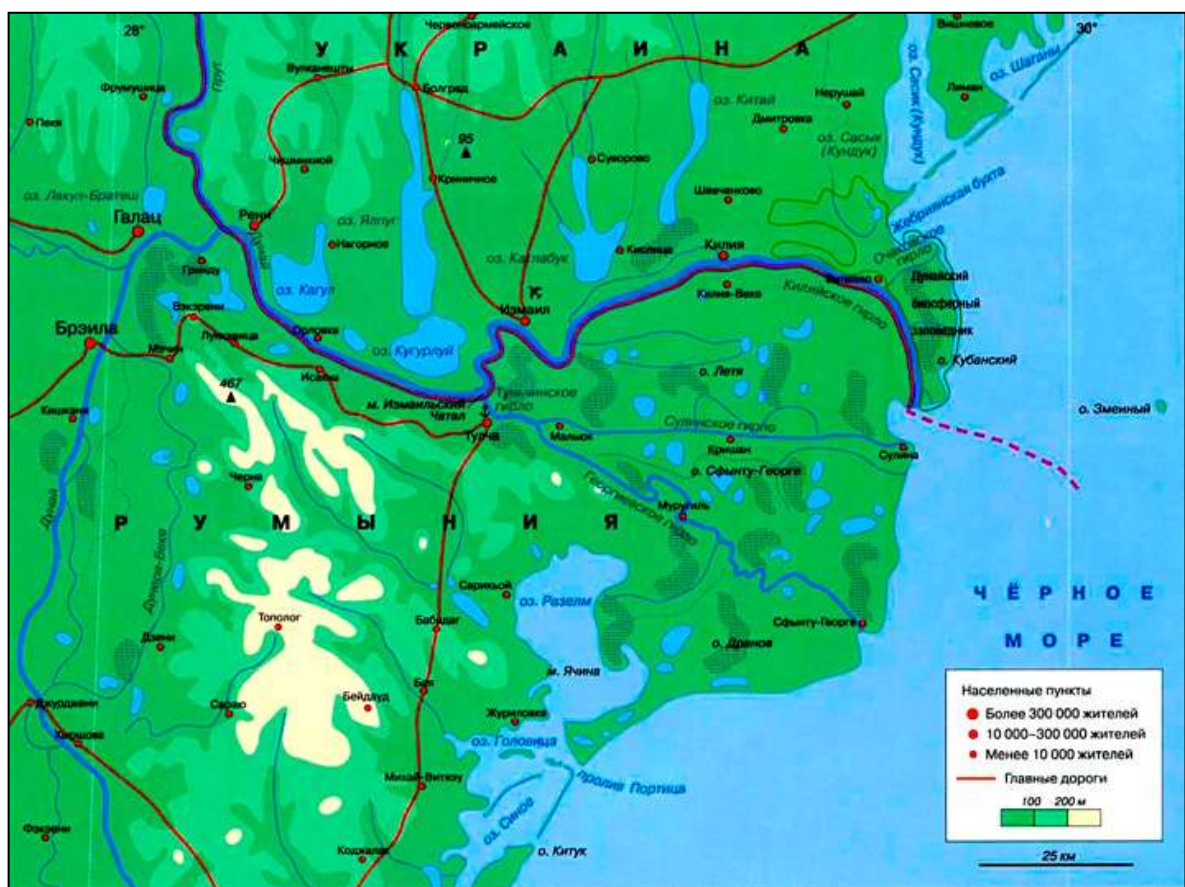
The territory of the planned activity is part of the Black Sea artesian basin and is characterized by rather complex hydrogeological conditions.

Groundwater is observed in almost all sediments. Groundwater is found in Quaternary and Neogene rocks and is characterized by various depths, extraction methods and availability, distribution and quality. The direction of movement in Quaternary and Neogene sediments

(groundwater) under natural conditions mainly coincides with the slope of the earth's surface, the feeding area coincides with the distribution area, unloading takes place in valleys.

There are 30 different aquatic, terrestrial and terrestrial-aquatic ecosystems in the mouth of the Danube, among which the following main groups are distinguished: watercourses (Danube, its branches, canals); fresh water bodies (delta and near-delta lakes); brackish and salty water bodies not connected to the sea; lagoons connected to the sea; estuarine waters; swamps, marshes and vegetation along the banks of watercourses and reservoirs; mixed oak forests; bushes and meadows.

The Danube Delta occupies the lowest, coastal part of the river valley, extending to the Black Sea (Fig. 3.2). This lowland area is limited to the north by the Budzhak Plateau, and to the south by the Dobrudzh Plateau.



**Figure 3.2 – Map-scheme of the river delta. Danube**

The modern Danube delta is the upper part of river, lake, lagoon and sea sediments with a dense network of natural and artificial watercourses and reservoirs of various origins.

The northern border of the delta runs from the top of the delta (the place where the Danube divides into the Kiliyskiy and Tulchynskiy arms) along the southern shores of Kugurlui, Katlabukh, Kytai and Sasyk lagoons, and reaches the Black Sea.

The southern border of the delta runs from its top along the slope of the Dobrudzh Plateau, covers the right-bank floodplain of the entire Tulchynskiy arm and the upper part of the

Georgiivskiy arm, and then goes along the shore of Razelm lagoon to the Black Sea. The eastern border of the delta coincides with its sea edge and runs from the village of Prymorske in the north to the mouth of Portytsa in the south.

At the top of the delta (Izmailskiy Chatal), the Danube divides into two branches - Kiliyskiy (left) and Tulchynskiy (right). Tulchynskiy arm in Georgiivskiy Chatal is divided into two arms - Sulynskiy (left) and Georgiivskiy (right). The Kiliyskiy, Tulchynskiy, Sulynskiy and Georgiivskiy arms are considered the main arms of the delta. Kiliya arm is a direct continuation of the Danube within the delta and is the most water-bearing arm, so it can be considered the main arm of the delta.

The Danube and deltaic reservoirs include freshwater floodplain lakes. On the territory of the searches, the largest of them are Yalpug, Kugurlui, Katlabukh, China.

These reservoirs were formed both as a result of the flooding of the lower parts of the valleys of the small rivers Kagul, Yalpug, Velykiy and Malyi Katlabukh, China during the formation of the Danube Bay-lagoon, and as a result of the blocking of the valleys of these rivers by the sediments of the Danube and the Kiliya arm during the formation of the delta.

When the lakes were converted into reservoirs, a number of regulatory structures were created on the canals that connect the reservoirs with the Danube River (Fig. 3.3).

The largest reservoir, Yalpug-Kugurlui, is connected to the Danube by three canals: Skunda, "105th kilometre" and Repida.

The Katlabukh Reservoir is connected to the Danube by the Hromadskiy and Zhelyavskiy canals.

Finally, the China reservoir is connected to the Danube (more precisely, its Steppe branch) by the Kofa canal.

The total length of the channels that provide water exchange between the Danube and reservoirs reaches 66 km.

The number of regulating locks is 21, of which 12 are located near the Danube and its branches. Yes, two regulator locks are installed on the Kofa canal. In addition, the Mizhkolhospyni regulator sluice is located downstream (it regulates the supply of water to irrigated fields). A sluice-regulator was built on the bank of the Solomon branch of the Danube, which regulates the water supply to the Danube-Sasyk canal.



**Figure 3.3 – Diagram of the location of the Danube lakes-reservoirs and canals**

The Danube delta is characterized by a general trend of the concentration of runoff in the largest main arms and the dying off of smaller secondary arms.

The concentration of runoff in separate arms leads to more active erosion of their channels and an increase in their depths. The dying of smaller arms is accompanied by a change in hydrological and hydrometric parameters, siltation of riverbeds and a decrease in their size and water content, which inevitably causes a violation of the regime of underground (soil) waters interconnected with them.

One of the main directions of flow concentration in the Danube delta is the direction of the Danube - the Kiliya arm - the Starostambulskyii arm - the Bystre arm.

#### ***Geological and hydrogeological conditions***

Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic rocks are involved in the geological structure of the considered territory. All sediments, except Cenozoic, lie at a great depth. Given that the oldest sedimentary deposits lying above the base of modern erosion are the rocks of the Meotic stage, among the Cenozoic deposits, only Quaternary and Neogene deposits are important for assessing the environmental safety of the planned activity on deepening the channel of the Kiliya arm [26].

Fine- and medium-grained calcareous sands are found in the section of the Quaternary sediments, in which lenses and layers of weakly cemented sandstones, dense and cracked greenish and light grey marls, clays and siltstones are found. Their total capacity is up to 700 m.

The Neogene system is widespread and is represented by Miocene (Sarmatian and Meotic layers), undissected Miocene and Pliocene (Pontic, Kimmerian, Kuyalnytsky layers) sediments. Total capacity up to 617 m. Pontic limestones are overlain by a complex of clay rocks of greenish, gray-green, and most often red-brown colours [27].



They are of heavy granulometric composition, carbonate, gypsum, salted with easily soluble salts, with a thickness of 4-10 m. Performing the function of waterproofing, these clays play an important role in the process of landscape and soil formation.

The Upper Pliocene alluvial deposits of the terraces are represented by sands of different composition with layers of clay and inclusions of gravel and pebbles. They lie at depths from 1 m to 30 m. The thickness of the alluvium varies from 1 m to 25 m.

In terms of hydrogeology, the described territory belongs to the southwestern part of the Black Sea Artesian Basin. Within the considered territory, aquifers are allocated, confined to deposits of the Quaternary, Neogene, Paleogene, Cretaceous, and Jurassic systems [26-28].

Only the waters of the Quaternary and Neogene sediments are of practical importance for highlighting hydrogeological conditions. It should be noted that the groundwater of Quaternary alluvial deposits is hydraulically connected with the waters of the river, Danube and lakes. Water mineralization varies from 0.5 g/dm<sup>3</sup> up to 1.3 g/dm<sup>3</sup>. Accordingly, the type of groundwater also changes from bicarbonate-chloride calcium-sodium to sulfate sodium-magnesium.

The annual course of the water level in the estuary region of the Danube is characterized by the following seasonal fluctuations: spring-summer flood, summer-autumn flood, autumn flood, winter flood and winter flood.

Spring watering on the Danube usually occurs in two waves. The first wave is formed due to the melting of snow in the flat part of the basin, the second - due to melting snow in the mountains and rains.

In the lower reaches, both waves merge, forming one long-lasting wave of waterspout.

The highest levels of watering occur on average on May 20-23 and last 2-4 days. Minimum annual levels are observed in the period from August to March, but most often in October-November. The levels of the Danube water in the Reni and Izmail reservoirs depend mainly on the flow at the top of the delta (m. Reni).

### ***General characteristics of the Danube estuary***

A characteristic feature of the Danube estuary is a branched delta, the area of which is 2500.0 km<sup>3</sup>. The surface is a huge swampy lowland. Almost the entire territory of the delta is occupied by smooth, cut in all directions by a network of numerous channels and lakes.

There are three types of lakes on the research territory: estuarine lakes, mainland and floodplain lakes. Lakes-estuaries are located on the coast of the Black Sea. They are separated from the sea by sand dunes and were formed as a result of flooding of the estuarine areas of river valleys by the sea. The water in these lakes is bitter and salty.

Mainland and floodplain lakes are limited to the area of the Danube floodplains. They are flooded mouths of rivers and flow into the river. Danube. The largest of such lakes is the fresh Lake China.

The largest river in the research area is the Danube, which has a sub-latitudinal flow direction. In the research area, it is represented by the Kiliya mouth, from which a large number of secondary arms depart. The largest arm is the Kiliya mouth, which is connected to numerous arms that cross the surface of wetlands in different directions [34, 35]. Estuaries often form islands: Salmanovsky, Yermakiv and others. The depth in the Kiliya mouth varies between 10 and 25 m, there are 5 m deep reefs. The height of the banks is 1.5-2.5 m, in places the banks merge with the surface of the flats. There are steep areas. Near the city Vylkove is the top of the Kiliya mouth delta, which breaks up into a network of numerous arms and channels when it flows into the Black Sea. In total, there are up to 25 main and 42 secondary arms in the Kiliya mouth delta. The most significant and navigable among them are Starostambulskyi (Velyke) and Ochakiv mouth. 52.0% flows through the first, and about 41.0% of the flow of the Kiliya branch flows through the second [34-37, 39].

The Danube Delta begins a little above the city. Izmail near Izmail Chatal, where the river divides into two branches: the left one is Kiliyskyi and the right one is Tulchynskyi. The Kiliya arm (117.0 km long) is the most water-bearing - it drains 67.0% of the total flow of the Danube; Near the city Vylkove (18.0 km above the mouth) Kiliyskyi arm branches into numerous arms that flow into the Black Sea and, in turn, form the Kiliyskyi arm delta with an area of 195.0 km<sup>2</sup>.

***Features of the flow of the Danube river.*** The average annual discharge of the Danube at the mouth is 6430.0 m<sup>3</sup>/s, which corresponds to the average annual flow volume of 203.0 km<sup>3</sup>. In dry years, the water level of the Danube is much lower and the annual flow is from 123 km<sup>3</sup>/ year (1921), increases to 313 km in high water<sup>3</sup>/ year (1941) [36].

The months with the most water on the Danube are April, May, and June: each accounts for up to 10-12% of the annual flow. Minimum runoff is observed in September - October (5.5 - 6% of the annual runoff) [25, 26]. The maximum daily water consumption for more than 100 years during spring irrigation reaches 12-16 thousand m<sup>3</sup>. In the borderland, they decrease to 1.3-1.5 thousand m<sup>3</sup> [34].

A characteristic feature of the intra-river flow distribution of the lower Danube is its relatively low variability in different seasons and years, which indicates a high degree of regulation of the river. For example, in March-July, on average, 9.0–12.0% of annual runoff flows monthly, in August-February – 6.0–8.0%, during spring irrigation – about 80.0–85.0%.

In the lower reaches of the Danube, there are fold-and-thrust changes in levels caused by the action of winds of the corresponding directions, strength and duration (especially in the section up to the city of Vylkove).



The Danube carries a large amount of suspended solids. Solid runoff reaches an average of 75.5 million tons per year, and there were years when it reached maximum values - 178.0 million tons per year. Most of this runoff is carried out through the Kiliyskyi arm (about 58.8 million tons/year). The average annual turbidity of the Danube water is about 320.0 g/m<sup>3</sup>. The Danube is the muddiest river in Europe. The turbidity of the Danube water in the area of Fork at the level of 850 - 880 and even 1300 g of sediment.

Due to the mild winter, the duration of ice phenomena in the lower Danube is short - 37–44 days (from the first decade of January to the first decade of March). Glaciers form only during severe winters.

**Level mode** of the Danube Delta is caused by two main factors: by the change of water flow and bending and bending fluctuations of the level of the estuarine sea. At the same time, runoff level fluctuations are expressed quite clearly in the entire territory of the delta. Bending-folding oscillations affect the coastal part of the delta, and only at the border their influence extends to the top of the delta and beyond [40, 41].

The annual course of the water level in the estuary region of the Danube is characterized by the following seasonal fluctuations: spring-summer flood, summer-autumn flood, autumn flood, winter flood and winter flood.

Spring watering on the Danube usually occurs in two waves. The first wave is formed due to the melting of snow in the flat part of the basin, the second - due to the melting of snow in the mountains and rains. In the lower reaches, both waves merge, forming one long-lasting wave of waterspout.

The highest levels of watering occur on average on May 20-23 and last 2-4 days. Minimum annual levels are observed in the period from August to March, but most often - in October-November. The levels of the Danube water in the Reni and Izmil reservoirs depend mainly on the flow at the top of the delta (m. Reni). The speed of the river The Danube at medium levels is 0.7-1.4 m/s, at high levels - 1.9-2.5 m/s.

Annually, three characteristic phases of seasonal level fluctuations are observed in the section of the Danube River from the city of Reni and further from the source to the mouth of the Kiliyskyi arm.

In winter, the level regime is characterized by great instability and depends on weather conditions.

Spring irrigation on the river On average, the Danube begins in the first decade of February - this is the first rise in level, in the second decade of April - the second, more significant rise in level. Spring watering declines at the end of June.

The greatest intensity of decline in levels from the top of the Danube delta to the top of the Kiliya delta is observed in August.

In September-October, a short-lived autumn boundary with the lowest levels of the year is established in the delta.

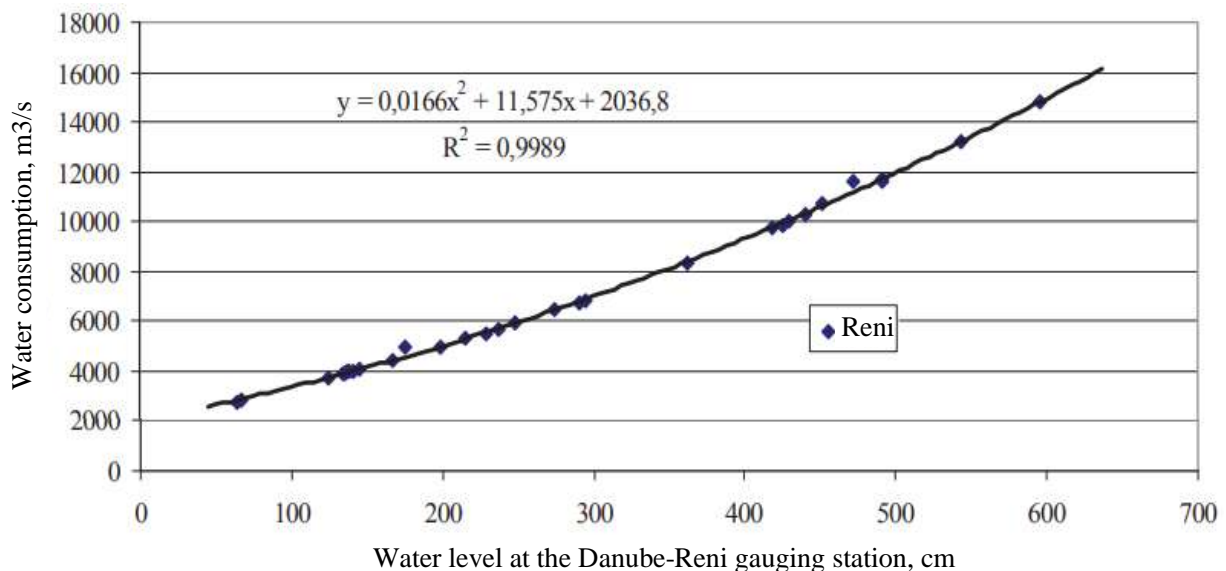
The peculiarity of the river regimes in the Ukrainian section below the city of Reni consists in an increase in water flow, which occurs in the warm season, and is caused by the inflow of low-mineralized water from above (mainly melt and rain) water. In the cold season, the inflow of this water decreases significantly, which causes an increase in water mineralization.

*Peculiarities of the dynamics of water levels in the Kiliya arm and the flooding of territories.* Studies [46, 47] have established a close direct polynomial correlation between the water level (H) at the Danube-Reni post and costs (Figure 3.4). Water consumption (Q) depending on the water level (N, cm) is determined by the formula:

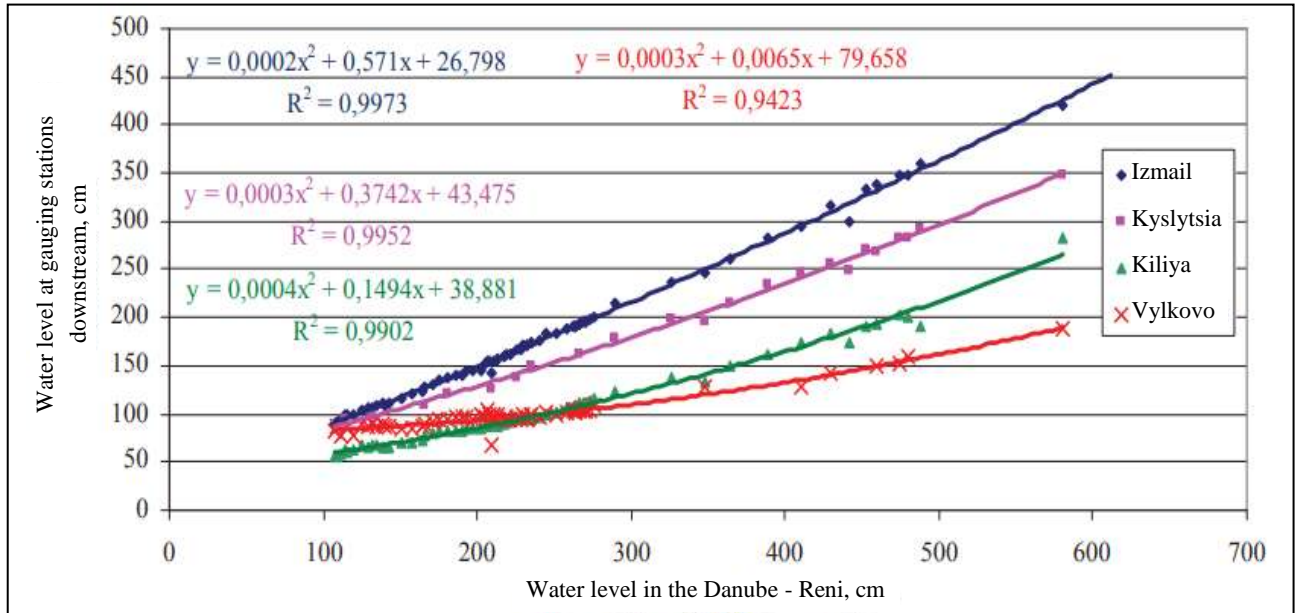
$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 0.0166 N^2 \text{ (cm)} + 11.575 N + 2036.8$$

The water levels at the hydrological stations of the Danube below the Reni (Izmail, Kiliya, Vylkove) have an inverse close correlation with the marks in the Reni on the same dates (Figure 3.5) [36, 41, 46].

Fluctuations of the water level (between the highest and lowest marks) during the year at the Reni observation point exceeded 400 cm in 1953, 1954, 1963, 1970, 1980, 2010, 2011, etc. years. And this means that the maximum annual expenses in those years exceeded 9,300 m<sup>3</sup>/with. The highest historical level during the observation period (1860-2012) in Reni is 619 cm (07/06/2010).



**Figure 3.4 - Correlation dependence between the water level at the Danube–Reni station and costs**



**Figure 3.5 - Dependence of the water level at the posts downstream from the water level at the Danube–Reni observation point on the same dates**

From the equations and regression lines shown in Figure 3.5, it follows that if the water level in Reni is 581 cm, the water level in Izmail will be 420 cm, in Kyslytsia - 348 cm, in Kiliya - 282 cm, and in Vylkove - 189 cm.

The annual amplitude of water level fluctuations at the top of the Danube delta (m. Reni) and near the sea varies from approximately 5.0 to 0.5 m. At the same time, the maximum amplitude of water level fluctuations in the river is: for Reni – 6.2 m, Izmail – 4.4, Kiliya – 2.6, Vylkove – 1.7, Prorva – 0.8 m [41, 46]. Minimum water levels of the Danube in the delta are observed most often in October - January.

The spring flood on the Danube is quite long, on average about 4 months (in 1941, the flood lasted up to 216 days). In previous years, rising water levels in the Danube meant flooding of the floodplain. When the water level was raised to 500 cm, almost the entire area of the floodplain (95% before 1955) was covered with water and a natural exchange of water with the lakes took place. In order to protect the territory from flooding, a complex of anti-flood structures was built along the left bank of the Danube from the town of Reni to the town of Vylkove, which changed the hydrological and hydrogeological regime of the territory.

### 3.4 Soil conditions

The territory of Odesa region is connected by fragments of three tectonic elements of different ages. The base of the south-western part is the Dobrudzh depression, where Jurassic carbonate-terrigenous deposits up to 2.5 km thick lie on the Paleozoic complex of rocks with a thickness of more than 3 km. The extreme northern part lies on the southern slope of the Ukrainian

shield, which is composed of crystalline rocks. On the Black Sea coast, south of the exposed contour of the shield, the rock surface gradually sinks to a depth of up to 2 km. A carbonate-terrigenous complex of rocks of the South-Ukrainian monocline is superimposed on these structures: Neogene sands, clays, limestones, Paleogene clays, siltstones, sandstones, sands, marls, chalk marls, limestones, sandstones. Bedrock is overlain by Pliocene-anthropogenic red-brown clays and anthropogenic loess-like formations.

Most of the Odesa region lies on the Black Sea lowland, which gradually decreases to the southeast - from 150 m to 20-30 m. At the mouth of the Danube, the height is sometimes up to 2 m. In the south-west of the region, there are spurs of the Podilsk Highlands (height within the region is up to 288 m); in the north-east – spurs of the Dnieper Highlands (undulating watersheds rise to 160–200 m); in the south-west - the Central Moldavian plains (height varies from 200 m to 50-100 m). On the slopes of the valleys there are landslides and ravines; on the coast - accumulative landforms, including deltas and spits.

Izmail district is located in the Black Sea lowland. The surface is a flat and gently undulating alluvial-estuarine forest plain, dissected by valleys and streams. Minerals: crushed stone, crushed stone, clay, sand, lime.

The Black Sea Lowland is a young Cretaceous-Cenozoic syncline, which is superimposed on different age tectonic elements of the East European platform and the Scythian plate. In modern tectonic terms, it is a sublatitudinal depression of the block structure, heterogeneous in terms of age of the folded base, made by a layer of Mesozoic-Cenozoic sediments, formed in the late Mesozoic due to the lowering of the edge of the platform along faults. The depression is a superimposed platform structure consisting of two depressions - Cretaceous and Paleogene. The first has a north-western extension, and the Paleogene has a sublatitude. The thickness of the Cretaceous and Paleogene deposits increases in the south-east direction, the dip of rocks is monoclinally to the south and south-east. The southern side of the Black Sea depression has a complex relief of the foundation. The rocks that make up the depression lie on the eroded surface of the heterogeneous folded-metamorphic basement of the Scythian plate. This led to the formation of a number of positive structures elongated in the latitudinal direction.

The main features of soil cover formation in the Danube Delta:

- 1) the variety of landforms, the abundance of moisture and the changing mode of land flooding determine a very large variety of soil types and the mosaic nature of their distribution;
- 2) the most favourable conditions for the formation of the soil cover are on natural riverine ridges (banks) and elevated parts of the delta;
- 3) abundant vegetation serves as sources of soil enrichment with humus and organic matter.

The land resources of the Odesa region are represented mostly by black soils with high natural fertility. Their location has a pronounced zonal character. The northern forest-steppe part of

the Odesa territory is covered by podzolized black soils and their regraded varieties. Gray forest soils are found in many places.

The soil background in the Izmail district consists of ordinary black soils and southern black soils, within the borders of the Danube terrace plain and in the south-west of the watershed plain - exclusively micellar-carbonate. Black soils were formulated in the conditions of sedge-sedge and sagebrush-sedge-sedge vegetation in combination with some annual and biennial grasses.

The granulometric composition of black soils is the usual heavy loam, towards the south the composition becomes somewhat lighter, and medium-loam varieties of southern black soils dominate within the terrace plain. In the profile of ordinary black soils, at a depth of 85-120 (130) cm, the white eye horizon (usually the Phca horizon) is well-defined; in southern black soils, it approaches a depth of 65-90 cm. The content of carbonates in this horizon reaches 17-22%. Gypsum horizon in the profile of black soils to a depth of 2-3 m is not traceable. Initial black soils are not salted to a depth of 5-7 m, but often deeper.

Sod-sandy soils are formed on the seaside spits and overbanks, in the deltas of the Danube and Dniester rivers - sod-clay, silt-clay and peat-clay soils.

#### ***Dependence of soil condition on irrigation sources***

The steppe zone of southern Ukraine is characterized by a hot, arid climate. Solar energy and heat are quite sufficient here for the development of crops with the longest growing season and obtaining high yields. But a small amount of precipitation with a significant influx of heat resources leads to the fact that farming in the southern steppe zone of Ukraine is on the verge of constant risk.

The influence of the minimum moisture factor cannot be replaced by any of all other known productivity factors. Therefore, irrigation, i.e., additional moisture required for the formation of a given level of yield, is of crucial importance for increasing productivity in arid conditions.

Reducing the negative impact of soil and air drought on the production processes of crops, optimizing their growing conditions can only be achieved through irrigation.

Currently, irrigation has made significant adjustments to the qualitative composition of salts in the soil. The ionic structure of salts underwent drastic changes unfavourable from the point of view of fertility. The content of  $\text{Na}^+$  in the composition of cations increased significantly, and in the composition of anions -  $\text{Cl}^-$ .

In equivalent ratios, sodium became 2-3 times more than calcium (in non-irrigated soils, the ratio of  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  is equal to 0.2-1).

The result of these qualitative changes is a sharp increase in toxic salts in the profile of irrigated black soils. If in the humus part of the profile of non-irrigated black soils, toxic salts make up 40-50% of the sum of all salts, then during irrigation their share increases to 60-80%. According to the amount of toxic salts, irrigated black soils are very often classified slightly saline, and in the transitional horizons of the profile even to the category of saline.

Secondary salinization is the root cause of all numerous negative changes in soil properties. Partial replacement of  $\text{Ca}^{2+}$  in the soil absorbing complex on Na leads to an increase in the thermodynamic potential of organic and mineral colloids, transfers them from the state of irreversible coagulation, in which they were under the influence of  $\text{Ca}^{2+}$  ions and  $\text{Mg}^{2+}$ , in a state of reversible coagulation.

As the concentration of the soil solution decreases, peptization of colloids occurs. As a result, the degree of soil dispersity increases sharply (by 2-3 times), the macro- and microstructure is destroyed, the physical and physical-mechanical properties deteriorate (density, aeration, swelling, stickiness, viscosity, etc.), the filtration properties are significantly reduced (sometimes more than an order of magnitude). When drying, such soils form strong crusts and blocks, which leads to a decrease in fertility.

### ***Irrigation sources***

The sources of irrigation in the research area are lakes Kugurlui, Katalbukh and Kytai.

They connect with the river Danube straits. The water balance of the lakes is mainly determined by the inflow of water due to atmospheric precipitation, evaporation from the water surface of the lakes and gravity water exchange with the Danube. Donor water in the river Danube accounts for an average of 50% in the profitable part of the balance of water bodies, and the inflow with atmospheric precipitation is more than 30%.

In the expendable part of the water balance, the average long-term volume of water discharges in the river Danube is approximately 27%, the costs of transpiration and evaporation from the water surface of the lakes are about 54%.

Other sources of income and expenses account for 20% and 19% of the balance, respectively [23].

Depending on the articles of the water balance of reservoirs, their hydrochemical regime, and therefore the chemical composition of irrigation water, is formed. The hydrochemical regime of lakes largely depends on the volumes of their filling and operation.

According to ecological criteria, the quality of irrigation water is assessed by the amount of mineralization, the hydrogen pH indicator, water temperature, the content of macro- and microelements, the ratio of ions, and sanitary and hygienic indicators.

Irrigation water with a pH of 6.5-8.0 is suitable for crops on all types of soil. It is permissible to use water with a pH of 6.0-8.4.

The assessment of the quality of irrigation water at the close occurrence of the groundwater level (<3m) takes into account mineralization and the chemical composition of groundwater. In this case, when the groundwater level is 6 m, their mineralization does not play a role.

The most important indicator is the content of sodium, calcium, and magnesium ions in irrigation water and their ratio. The composition of irrigation water determines the composition of

exchangeable cations, which significantly affect most soil properties and, above all, their aggregate state. If the amount of sodium adsorbed by the soil absorption complex (SAC) exceeds 5-10% of the total composition of cations in the SAC, the soils become dispersed and poorly permeable. If calcium is the predominant cation adsorbed by SAC, the soil has a tendency to structure, is easy to process, and its water permeability is sufficiently high.

This testifies to the important role of the quality of irrigation water in the formation of the structure and ecological condition of soils in the territories of reclamation activities in the Danube Delta.

#### ***Mode of operation lakes - bodies of water in the conditions of reclamation activities***

To maintain the water quality in the lakes at the end of autumn - the beginning of winter, after the growing season, when low levels are observed on the Danube River, the mineralized waters of the reservoirs are discharged into the Danube through the locks. In the period of spring and summer floods and, if the river levels permit. Danube, reservoirs are filled with slightly mineralized Danube water until May - June. After that, the sluice gates are closed, and the reservoirs enter the idle phase.

Mineralization in the reservoir system changes in such a way that by the beginning of the growing season, it decreases due to the inflow of Danube water. Then, due to the small amount of precipitation, the lack of water exchange with the Danube, the arrival of mineralized waters with the flow of small rivers and lateral inflow, as well as significant evaporation, mineralization increases gradually, almost to the initial values. The Danube reservoirs are replenished with water also due to surface runoff. The rivers flowing into the lakes are shallow and dry up for a long time in the summer.

Since the question of the quality of irrigation water and its compliance with regulatory requirements is acute, before the beginning of the growing season, the average mineralization in reservoirs should be within  $1 \text{ g/dm}^3$ , and because the main donor of the Danube reservoirs (the main source of water exchange of the reservoirs) is the Danube, its influence on the water-salt balance of the reservoirs is decisive.

The hydrochemical regime of lakes largely depends on the volumes of their filling and operation, which in turn are limited by their useful volume. In addition, since the water exchange is gravity-driven, the filling of reservoirs to the NSL (Normal supported level) and the triggering of water levels to the RMO largely depend on the water levels in the river Danube. In low-water years, due to very low water levels in the Danube, it is impossible to fill the lakes for a long period.

On the contrary, in the years of high water (in autumn) on the Danube, the discharge of mineralized lake waters into the Danube is very problematic.

Therefore, under the existing water exchange system between the It is not always possible to exchange water through the Danube and lakes in the volumes necessary to ensure the quality of

water in the lakes, which leads to very negative consequences related to the water levels in the lakes, mineralization and water quality according to biological indicators. Therefore, optimal management of the water regime of reservoirs when they are filled by gravity is complicated, mainly due to the dynamics of river Danube problematic.

The mode of normal operation of the lakes provides for the achievement of the minimum amount of mineralization.

In order to take into account the environmental requirements and the requirements of other interested industries, the operating mode rules for hydrotechnical structures have been developed, which recommend the following mode of operation:

- in January - February - easy operation of all hydrotechnical structures (sluices are closed);
- in March and April (based on weather conditions) - gravity filling of lakes, all locks are open.

At low levels on the Danube, the sluice gates on the canals are closed, and filling is carried out with the help of a pumping station. From May to September, forced pumping of water is carried out to maintain water levels at or close to the NSL.

- in October - November, gravity discharge of water is carried out.

The floodgates are open.

- in December - easy operation of all hydrotechnical structures, all locks are closed.

Volumes and regime of special concessions in the lower beef. Special releases from the lakes carry a washing sanction and are provided for in October-November depending on the prevailing situation. Under modern conditions, the volume of water consumption of flushing discharge varies depending on the water level of the year. The purpose of flushing discharges is to improve water quality indicators and reduce their mineralization.

It should be noted that a priori the quality of water in irrigation sources and the irrigation regime in the territories located within the migration line of the coastal regulation river. Danube, have a rather significant influence on the hydrochemical regime of the surface waters of the Kiliya arm.

Thus, due to irrigation reclamation, soil conditions may change over time in an undesirable direction due to the deterioration of water quality in irrigation sources (Kugurlui, Katlabukh, Kytai). Deepening works in the channel of the Kiliyskyi arm will improve the quality of spring water and thereby improve the quality of irrigation water.

### **3.5 Hydrochemical conditions**

There are nine aquifers in the region. The depth to the aquifer ranges from 20 to 30 m. Mineralization of groundwater from 5 to 3 g/l, which is significantly higher than the standard. By chemical composition, hydrocarbons, chloride, chloride-sulfate, sulfate, sodium prevail.



According to the order of the Ministry of Environment dated 05.01.2022 No. 1 "On approval of the State Water Monitoring Program" and the order of the State Water Agency dated January 12, 2022. No. 5 "On the Implementation of the Procedure for State Water Monitoring" The Basin Management of Water Resources of the Black Sea and Lower Danube Rivers carries out state monitoring of surface waters in 21 observation points of the river basin. Danube, and itself: p. Danube (8 points), Kagul, Yalpug-Kugurlui reservoirs (3 points), Katlabukh (2 points), Kytai, Lake Safyany and Karasulak, Great Yalpug, Kyrgyzh-Kytai, Nerushai, Tashbunar rivers). Four of them are cross-border.

On water bodies in Kiliya arm of the Danube Delta (within the Izmail district of the Odesa region) are monitored by the state in areas of town Kiliya, city Izmail, town Vylkove (only 7 points), as well as on lakes Kagul, Yalpug-Kugurlui (3 points), Katlabukh (2 points), Kytai.

According to the program of diagnostic monitoring observations, water temperature, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen consumption for 5 days (BOC5), chemical oxygen consumption (COC), ion composition, nitrogen and phosphorus compounds are determined. Observations at diagnostic monitoring points are conducted monthly.

According to the program of diagnostic monitoring observations, water temperature, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen consumption for 5 days (BOC5), chemical oxygen consumption (COC), ion composition, nitrogen and phosphorus compounds are determined. Observations at diagnostic monitoring points are conducted monthly. Stations of hydrological observation on the river. The Danube and the Kiliya mouth are located near the city of Izmail and town Kiliya.

In the Danube delta, the standard values for ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, synthetic surfactants and petroleum products were noted. These indicators do not exceed the relevant MPC for surface water bodies. The content of phosphates and oxygen were also within the limits of permissible values.

According to statistical data, 32 million cubic meters were dumped into the Danube basin in 2021. m of polluted wastewater.

The water at the monitoring point of the river remains the most polluted of all transboundary bodies. Kyrgyzh-Kytai (49 km, village Malyi Yaroslavets). Over the course of the year, the specified item exceeded the normative values of the content of indicators of the salt composition, namely: the dry residue was in the range - 1378.26 - 3736.24 mg/dm<sup>3</sup>, sulfate ions were in the range of - 653.10 - 1855.00 mg/dm<sup>3</sup>. The content of pesticides, herbicides, aromatic hydrocarbons and heavy metals was found in the studied samples.

Exceeding the environmental quality standards for priority substances determined by the order of the Ministry of Ecology and Natural Resources dated January 14, 2019. No. 5 is not recorded.

In accordance with the Procedure for State Monitoring of Water in Cross-Border Areas with Romania, diagnostic monitoring of surface water bodies is carried out. During 2021, indicators of water quality remained unchanged. Fluctuations in the content of indicators of organic pollution (biochemical and chemical oxygen consumption) were observed. The content of oxygen dissolved in water during the year in the observation sites was within the optimal values for water bodies.

According to the results of studies of priority pollutants, the content of:

- pesticides and herbicides - tetrachloromethane (carbon tetrachloride), trichloromethane (chloroform), fluoranthene, nonylphenols (4-nonylphenol).
- aromatic hydrocarbon substances - naphthalene;
- heavy metals - nickel, lead.

### **3.6 State of flora and fauna**

Odesa region is located in two natural zones: forest-steppe and steppe. The vast majority of the territory of the region is located in the steppe zone, only in the north-west - in the forest-steppe zone. The region is sparsely forested and forest-deficient.

**Plant cover** of the region is mainly steppe. According to modern geobotanical zoning, the territory belongs to the Danube-Dniester geobotanical district with sedge-sedge and sagebrush-sedge steppes in a complex with halophyte groups and salt meadows. The Danube geobotanical flood plain - delta area with sedge-reed thickets - flood plains stands out separately. Floodplain forests occupy about 10% of the area of the Danube floodplains. They are represented by the white willow formation. The soils under these forests are swampy.

The southern steppe subzone is characterized by the predominance of grassy sedge-forage associations and a decrease in the share of steppe forbs, which is represented by ephemerals (cornflower, veronica), ephemeroïds (goose onion, tulips, steppe hyacinth), and in low relief by moisture-loving species (Romanian alfalfa, dry steppe sage, etc.). On the coast of the Black Sea, the grass cover is dominated by sedge, combed ryegrass, spiked hemlock, and wormwood.

A significant place in the flora belongs to aquatic vegetation. It is represented by unrooted free-floating, rooted submerged, rooted with floating leaves and air-water forms.

In the valleys of the rivers and in the floodplain of the river. The Danube has the development of floodplain meadows of the halophilic type. They are characterized by: Foxtail onion, creeping wheatgrass, saltwort carrot, Gerard's sedum, sea wormwood, Meyer's kermek, saltwort aster, petrosimonia, saltwort and saltwort plantains. Under them, meadow-black soil solonchaks develop, which have a well-defined illuvial horizon. In the zone of the transition of floodplains to salty estuaries, wet salt marsh meadows are developing, which consist of typical succulent halophytes (salt marshes, *suaeda prostrata*). Salt marshes and salt marshes are formed under them, provided that mineralized groundwater is located nearby.

The lowland of the Danube is occupied by floodplains, where high-grass marshes of reeds, reeds, sedges, cattails, and sedges are common; on the coasts and in the floodplains - salt meadows.

Forests occupy no more than 6.2% of the territory. The total area of forest land in permanent use by state forestry enterprises is 140,393 hectares.

The main forest species: ordinary and rock oak, sharp-leaved maple, hornbeam, birch, sycamore, ash, linden, alder; in the undergrowth - Tatar maple, hawthorn, thistle, hazel, buckthorn, elder, rose hip. Willow forests with poplar and alder grow in the Danube floodplains, oak, ash, and birch trees grow on sandy ridges; in river floodplains - aspen, poplar, willow, black alder; on the slopes of the beams - blackthorn, steppe almond, gorse, steppe cherry, hawthorn, rosehip, dogwood, bush caragan.

Many of the plants are listed in the Red Book of Ukraine (water nut, astragalus, cuckoos, cowslips, etc.).

In general terms, the conditions for the formation of the vegetation of the Danube Delta are the transformation of the river regime into the marine regime, the formation due to the sedimentation of specific geomorphostructures, the formation of the soil-vegetation cover and the change of the hydrological regime from freshwater to marine. As a result, elementary geosystems are formed from various components, and a significant role in this process is played by vegetation, which fixes and stabilizes geomorphostructures. In addition to vegetation, the formation of morphostructures is also significantly influenced by river flows and sea water. As a result of this and other factors, all structural elements of the territory of the sleeve are in a state of dynamic equilibrium.

The vegetation of the Kiliya arm is a territorially integrated, but genetically heterogeneous set of groups of various types of organization, the development of which takes place in the hyperspace of ecological factors - from overmoistened to semi-desert. The leading factor that determines the territorial relationship of groups of different types, their structural and functional features, is the nature of the interaction of the Danube branches and the intensity of the alluvial activity of the sea and the river. The vegetation of the arm must be considered as a complex of its different types - aquatic, marshy, meadow, halophytic, forest and psamophytic.

Forests are a characteristic element of the arm, although they occupy a relatively small area. They grow in extreme conditions of a long-term flooding regime and are not characterized by great species richness. Confined to the coastal ridges of the arm and its watercourses with sod-podzolic alluvial soils that are light in terms of mechanical composition. Two associations typical for willow forests are considered: *Willow (white) phalagoidetosum* that *Phragmites (white) willow*. The first occupies less watered areas than the second, the tree stand of which stands in water for most of the season. In the event of a further increase in humidity, willow forests will already disappear from the biotopes. Physiognomically, they have the appearance of narrow strips, only sometimes more than

200 m wide, stretching along the Danube and its tributaries for tens of kilometres almost without interruption. The vast majority of trees are 30-60 years old, 12-18 m tall and 26-60 cm in diameter. Together with *Salix alba* happen here *Populus nigra*, *P. alba*, *Salix fragilis*, *Alnus glutinosa*, sometimes *Fraxinus excelsior* and *Ulmus laevis*. Vines are typical for these forests: *Campsis radicans* that *Calystegia of hedges*. The tightness of the crowns does not exceed 0.8 and is not less than 0.5. Of the shrubs, there are common ones *Rubus caesius* and adventive *Amorpha fruticosa*. Typical hygrophytes dominate the grass: in the first association - *Phalaroides arundinacea*, in the second - *Phragmites australis*. They are almost always accompanied *Solanum dulcamara*, *Symphytum officinale*, *Ranunculus repens*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Stachys palustris*, and in wetter places - *Sium latifolium*, *Iris pseudacorus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus* etc.

Three other associations belong to bogs, which are also common in the arm and occupy part of its territory with swampy-mud soils. The most typical are analyzed - *Phragmitetum australis*, *Phragmitetum caricosum (acutiformis)* and *Caricetum acutiformis*. their formation occurs according to the humidity gradient.

The first association is the most hygrophilic, the second is formed in conditions with a smaller layer of water (up to 60 cm) and has a second layer of sedge, the third - in more dehydrated areas. In optimal conditions *Phragmites australis* reaches 4 m in height, projective coverage of groups is 40-80%. Compared to forests, grassy swamps are much richer in endemic, relict and rare species. Its more or less permanent representatives are: *Typha angustifolia*, *Stachys palustris*, *Lycopus europaeus*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Symphytum officinale*, *Calystegia sepium*, *Solanum dulcamara*, *Mentha aquatica*, *Lysimachia vulgaris*, *Equisetum palustre*, *Euphorbia palustris*, *Sonchus palustris* and other specimens. The least hygrophilic association *Caricetum acutiformis* differs from the first two in the presence *Carex elata*, *C. pseudocyperus*, *Ranunculus lingua*, *Althaea officinalis* etc.

**Fauna** represented by steppe, forest-steppe and intrazonal species, among which birds, mammals, reptiles, and fish are common. Within the region, two zoogeographic districts are allocated - Danube-Dniester and Black Sea Region and one zoogeographic section - Lower Danube delta intrazonal section.

The entire territory belongs to the Black Sea-Azov steppe province, within which two zoogeographic districts are distinguished. In the Danube-Dniester zoogeographic district, the main faunal complex is steppe, and in agrocenoses - forest.

The fauna of the Lower Danube, which forms the Lower Danube delta intrazonal area, is extremely rich. Several dozen species of fauna are listed in the Red Book of the World and the Red Book of Ukraine and are subject to protection.

In total, the fauna is represented by 1,500 species of invertebrates and 521 species of vertebrates. Among the forest fauna, the most numerous are hares, and among the steppe fauna, there are hamsters, groundhogs, and shrews. There are also moose, roe deer, wild boars and goats, foxes, badgers, martens, otters, raccoon-like dogs and many species of forest birds.

Birds are the most numerous and important group of vertebrate animals in the region, both in terms of nature protection and ecology. More than 320 species of birds are registered, among them there are rare species, such as great and small cormorants, osprey, gray, red, little and great white herons, quacks, river and terns, pink and curly pelicans, white-tailed eagles and others .

Among the amphibians, the most numerous are the lake and edible frogs, the common quack and the Danube newt, and among the reptiles - the swamp turtle, the common snake, and the common lizard.

Of the aquatic animals, there are inhabitants of fresh water bodies: introduced muskrat and raccoon-like dog, as well as rare "red book" - ermine, river otter, European mink. A forest cat is occasionally found in the floodplains.

Wild mammals are an important component of the biological diversity of the Danube Delta. There are many numerous species among mammals. They play an important role in trophic chains, in the flow of matter and energy in the studied ecosystems. And such an animal as a wild pig (*Sus scrofa*), due to its relatively large number and intensive burrowing activity, has a great influence on the creation of the environment in the elevated areas of the delta lands. In addition, there are many rare and endangered species among the mammals of the region. Most of them are included in red books and special lists of various levels. Several species of mammals are economically important and play a role in the local economy. This is primarily a muskrat (*Ondatra zibethicus*). This species, among other things, can be successfully used for biomelioration of floodplains. At a certain density of its population, it is to a large extent capable of forming the mosaic structure of floodplains, which is so important for the preservation of biodiversity.

The theriofauna of the region has a large share of the so-called red book species. 13 species are included in the RBU (Red Book of Ukraine), which is 31.0% of the species composition of the theriofauna of the region. Another (14.3%) are listed in the ERL (European Red List). Among the "red book" species, only three belong to the category of common, six - rare, the rest are very rare. For some of them, for example, for European mink (*Mustela lutreoid*) and a forest cat (*Felis sylvestris*), the Danube Delta is very important for survival on a European scale.

In 2019, the Rewilding Ukraine organization, as part of the project "Restoration of wetlands and steppes of the Danube Delta region", worked on the preservation of the island's mosaic landscapes and biodiversity through regulated grazing on Yermakiv island. For this purpose, 23 foals (Polish horse breed) and 18 water buffaloes have been introduced to the island.

The ichthyofauna of the rivers is diverse. Bream, zander, catfish, pike, carp, perch and other types of fish live in rivers and lakes. And also, crucian carp, white carp, and carp are bred.

In the Black Sea, there are widespread populations of dolphins (bottleneck, white-sided, bottlenose dolphin).

In the water area of the Danube there are fish species included in the European Red List: thorn, Atlantic sturgeon, Black Sea and Danube salmon, umbra, large and small chip, sterlet, cutthroat, long-bearded Danube pichkur, Danube shemaya, striped ruff, beluga (the largest fish living in fresh water) and others. Of the industrial species, the most valuable is the Danube herring.

The list of species of animals and plants subject to special protection in the territory of Odesa region includes 292 species of plants, of which 156 are included in the Red Book of Ukraine and 543 species of animals are included in the Red Book of Ukraine.

As of January 1, 2022, the nature reserve fund of the Odesa region includes 127 territories, including 18 objects of national importance and 109 objects of local importance, the total area of which is 154,686.2 hectares. The ratio of the area of the nature reserve fund to the area of Odesa region is 4.6%.

Objects of the nature reserve fund of the Izmail district: The Danube Biosphere Reserve of national importance, the regional landscape park "Izmail Islands", the landscape reserve "Lung", the botanical reserve of local importance Lisky, part of Snake Island and the adjacent water area are part of the general zoological reserve of the same name.

The Danube Biosphere Reserve is located on the territory of the delta of the Kiliya arm of the river Danube. A characteristic feature of the fauna of this area is its close connection with water bodies, which form a rich and diverse animal world, which consists of representatives of ichthyofauna, aquatic and near-aquatic bird species associated with aquatic biotopes of mammals, as well as amphibians and reptiles and a large number of invertebrate species.

As of the second half of 2020, the reserve's ichthyofauna includes 108 species of fish. 24 species of fish are listed in the Red Book of Ukraine, including all 6 species of sturgeon of Ukraine. Also, such types of fish as Danube salmon, striped roach and small chop are endemic to the Danube (they live only in the Danube river basin and are not found anywhere else in the world).

In total, 11 species (as many subspecies) of amphibians and 6 species (7 subspecies) of reptiles have been reliably registered for the territory of the DBR and adjacent lands. All amphibians and 5 species of reptiles are included in national and international lists of rare animals (Annex II of the Berne Convention, Red Book of the International Union for Conservation of Nature IUCN).

From 1977 to the second half of 2020, 302 species of birds were recorded in the territory of the Danube Biosphere Reserve and its adjacent territories.

68 bird species listed in the Red Book of Ukraine have been recorded on the territory of the reserve, which is 78% of the total number of bird species listed in this document. 11 species are included in the European Red List, 288 species are protected by the Berne Convention, 154 by the Bonn Convention, and 44 by the Washington Convention.

The species diversity of mammals of the DBR is due to the specificity of the delta lands, which include large areas of aquatic and near-aquatic biotopes of various types. As a result, the theriofauna of the reserve includes a significant number of aquatic, semi-aquatic and near-aquatic species of mammals, among which representatives of the marten family - otter, ermine and European mink - are especially important from the point of view of nature conservation. The presence of steppe and related biotopes in the vicinity of the Stentsivsko-Zhebriyanska plains leads to the presence of a significant number of steppe species among the animals of the DBR- stone marten, marten, steppe ferret, etc. The protected part of the sea adjacent to the delta is visited by all three species of Black Sea dolphins - bottlenose dolphins, bottlenose dolphins and bottlenose dolphins. As of the second half of 2020, 46 species of mammals have been reliably recorded on the territory of the Danube Biosphere Reserve, 20 of which are listed in the Red Book of Ukraine.

The rare species of ichthyofauna of the reserve, first of all, include the species listed in the Red Book of Ukraine and the European Red List: beluga (*Huso huso* L.), stickleback (*Acipenser nudiiventris* Lovetszky), Atlantic sturgeon (*Acipenser sturio* L.), sterlet (*Acipenser ruthenus* L.), cuttlefish (*Rutilus frisii* Nordmann), shemaya (*Chalcalburnus chalcoides* Guld.), umbra (*Umbra crameri* Walbaum), Black Sea salmon (*Salmo trutta labrax* Pallas), Danube salmon (*Hucho hucho* L.), Black Sea seahorse (*Hippocampus ramulosus* Leach), sea cock (*Trigla lucerna* L.), striped ruff (*Gymnocephalus schraetser* L.), chop large (*Zingel zingel* L.), small chop (*Z. streber* Siebold), light humpback (*Umbrina cirrosa* L.), red goby (*Neogobius eurycephalus* Pallas).

### **3.7 Environmental and social conditions and population health**

Odesa Oblast has 19 cities, 33 urban-type settlements, and 1,123 rural settlements. As part of the reform of local self-government and territorial organization of power (decentralization), 37 territorial communities (TG) were formed in the territory of Odesa region at the beginning of 2020. As of January 1, 2022, the number of residents who lived on the territory of the TG amounted to 458,900 people (18.8% of the total number of residents of the region). The total area of the TG covered 43.5% of the area of the region.

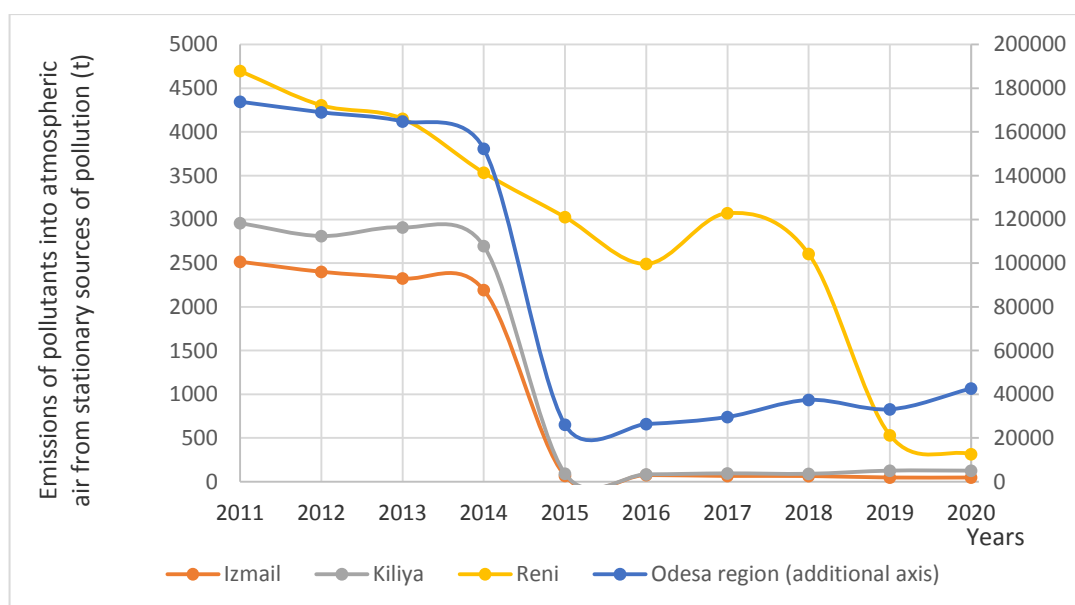
The number of emissions of pollutants into atmospheric air from stationary sources of pollution in the Odesa region and Kiliya, Reni and Izmail districts decreased from 2011 to 2019. In particular, from the maximum indicator in 2011 - 173,805 tons - the volume of emissions decreased by 80% to the minimum value in 2019 - 33,106 tons (table. 3.4, fig. 3.6). However, in 2020 there was a certain increase in emissions compared to 2019 - up to 42,640 tons. Thus, it is possible to

draw a conclusion about the general trend of decreasing emissions of pollutants into the atmospheric air from stationary sources of pollution in the Odesa region during the considered period, however, in 2020 there was a certain increase in these emissions.

**Table 3.4 – Dynamics of pollutant emissions into atmospheric air from stationary sources of pollution (tons) in Odesa region and Kiliya, Reni and Izmail districts for 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	173805	168978	164794	152307	26074	26373	29598	37413	33106	42640
Izmail	2515	2400.00	2325.00	2192.00	67.00	76.00	66.00	65.00	48.00	48.00
Kiliya	2957	2809	2908	2695	92.00	84.00	95.00	90.00	126.00	126.00
Reni	4697	4305	4151	3534	3026.00	2491.00	3071.00	2605.00	531.00	315.00

\*Administration until 2020 (Resolution of the VR No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 3.6 – Dynamics of emissions of pollutants into the atmospheric air from of stationary sources of pollution (t) in Odesa region for 2011-2020**

Table 3.5 shows data on emissions of harmful substances into atmospheric air from mobile sources of pollution. These include data on automobile, railway, aviation, water transport and industrial machinery.

**Table 3.5 – Emissions of pollutants into the atmosphere from mobile sources of pollution**

	The number of pollutant emissions, t			
	2016	2017	2018	2019
Ukraine	1608516.6	1645745.7	1612895.1	1648827.0
Odesa	93178.9	104209.9	91975.3	93677.5
	The number of pollutant emissions per person, kg			
	2016	2017	2018	2019
Ukraine	37.7	38.7	38.2	39.2
Odesa	39.0	43.7	38.6	39.4



	Rates of increase/decrease in pollutant emissions per person (up to the previous year), %			
	2016	2017	2018	2019
Ukraine		98.7	102.7	102.7
Odesa		112.0	88.3	102.0

Table 3.6 compares the level of emissions from stationary and non-stationary sources of pollution in Ukraine in general.

Table 3.7 shows data on pollutant emissions by major polluters in Ukraine as a whole.

**Table 3.6 – Emissions of pollutants and carbon dioxide into atmospheric air**

Years	Volumes of pollutant emissions			In addition, carbon dioxide emissions		
	total, thousand volumes	including		total, million tons	including	
		stationary sources	mobile sources		stationary sources	mobile sources
2014	5346.2	3350.0	1996.2	194.7	166.9	27.8
2015	4521.3	2857.4	1663.9	162.0	138.9	23.1
2016	3078.1	3078.1	...	150.6	150.6	...
2017	2584.9	2584.9	...	124.2	124.2	...

**Table 3.7 – Emissions of pollutants into the atmospheric air of Ukraine for 2014-2018, thousand tons/year**

Types of substances	2014	2015	2016	2017	2018
Sulfur dioxide (SO <sub>2</sub> )	1160.6	854.0	1076.4	726.2	698.1
stationary sources	1133.3	830.3	1076.4	726.2	698.1
mobile sources	27.3	23.7	...	...	...
Nitrogen oxides (NO <sub>2</sub> )	541.4	453.0	240.2	215.5	215.3
stationary sources	288.1	233.8	240.2	215.5	215.3
mobile sources	253.3	219.2	...	...	...
Carbon monoxide (CO)	2283.4	1971.9	802.8	728.4	744.3
stationary sources	828.4	764.1	802.8	728.4	744.3
mobile sources	1455.0	1207.8	...	...	...

Tables 3.8 and 3.9 show data on emissions of certain polluting substances into the atmospheric air from mobile sources.

**Table 3.8 – Emissions of individual pollutants into the atmosphere from mobile sources of pollution by types of vehicles, thousand tons**

Types of substances	2010	2012	2013	2014	2015
Railway, aviation, water transport and industrial machinery					
sulfur dioxide	9.1	9.6	9.4	8.4	7.9
carbon monoxide	105.4	107.0	102.8	90.1	84.6
nitrogen dioxide	87.1	88.6	85.0	72.6	69.3

nitrous oxide	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6
non-methane volatile organic compounds	20.9	21.3	21.1	19.7	18.4
Ammonia	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002
Methane	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
Soot	8.6	8.9	8.7	7.8	7.3
benz(a)pyrene	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
carbon dioxide	7561.6	7975.3	7371.3	6632.7	6228.5

**Table 3.9 – Emissions of pollutants into the atmosphere from mobile sources of pollution**

	The number of emissions of pollutants <sup>2</sup> , t				The number of pollutant emissions per person, kg				Rates of increase/decrease in pollutant emissions per person (up to the previous year), %		
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Total	1608516.6	1645745.7	1612895.1	1648827.0	37.7	38.7	38.2	39.2	102.7	98.7	102.7
sulfur dioxide	17637.5	18199.0	18647.2	19803.2	0.4	0.4	0.4	0.5	100.0	100.0	125.0
carbon monoxide	1227084.7	1258521.2	1230612.4	1255224.6	28.8	29.6	29.1	29.9	102.8	98.3	102.7
nitrogen dioxide	164288.3	168841.3	170367.0	178778.1	3.8	4.0	4.0	4.3	105.3	100.0	107.5
nitrous oxide	839.9	814.5	792.4	798.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
non-methane volatile organic compounds	170602.0	170517.6	162806.0	162622.1	4.0	4.0	3.9	3.9	100.0	97.5	100.0
ammonia	8.7	7.8	7.1	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
methane	5068.7	5082.4	5000.5	5128.4	0.1	0.1	0.1	0.1	100.0	100.0	100.0
soot	22986.8	23762.9	24662.5	26465.7	0.5	0.6	0.6	0.6	120.0	100.0	100.0

Table 3.10 shows data on emissions of certain polluting substances into the atmospheric air from motor vehicles.

**Table 3.10 – Emissions of certain polluting substances into the atmospheric air from road transport, thousand tons.**

	2010	2015	2019	2020	2021
Sulfur dioxide	19.8	16.3	19.8	18.2	19.6
Carbon monoxide	1782.7	1092.0	1255.2	1084.7	1164.9
Nitrogen dioxide	206.1	152.9	178.8	161.8	174.4
Nitrous oxide	1.3	0.8	0.8	0.8	0.9

Non-methane volatiles organic compounds	272.4	157.6	162.6	141.7	155.1
Ammonia	0.018	0.009	0.006	0.007	0.008
Methane	7.6	4.7	5.1	4.9	5.2
Soot	23.8	21.6	26.5	24.6	26.6

Table 3.11 shows their share in relation to the previous year, and Table 3.12 - up to 2010.

**Table 3.11 – Emissions of certain polluting substances into atmospheric air from road transport, in % compared to the previous year**

Sulfur dioxide	105.9	86.2	106.5	91.9	107.7
Carbon monoxide	100.9	80.0	63.6	86.4	107.4
Nitrogen dioxide	104.2	84.6	104.9	90.5	107.8
Nitrous oxide	100.0	72.7	100.0	100.0	112.5
Non-methane volatiles organic compounds	100.5	78.6	99.9	87.1	109.5
Ammonia	100.0	75.0	85.7	116.7	114.3
Methane	100.0	79.7	102.0	96.1	106.1
Soot	107.7	88.2	107.3	92.8	108.1

**Table 3.12 – Emissions of certain polluting substances into atmospheric air from road transport, in % until 2010**

Sulfur dioxide	100.0	82.3	100.0	1.9	99.0
Carbon monoxide	100.0	61.3	70.4	60.8	65.3
Nitrogen dioxide	100.0	74.2	86.7	78.5	84.6
Nitrous oxide	100.0	61.5	61.5	61.5	69.2
Non-methane volatiles organic compounds	100.0	57.9	59.7	52.0	56.9
Ammonia	100.0	50.0	33.3	38.9	44.4
Methane	100.0	61.8	67.1	64.5	68.4
Soot	100.0	90.8	111.3	103.4	111.8

According to the State Statistics Service of Ukraine, in 2015 emissions of pollutants into the atmosphere from stationary and mobile sources amounted to 4,521.3 thousand tons, while in 2017 only from stationary sources - 2,584.9 thousand tons.

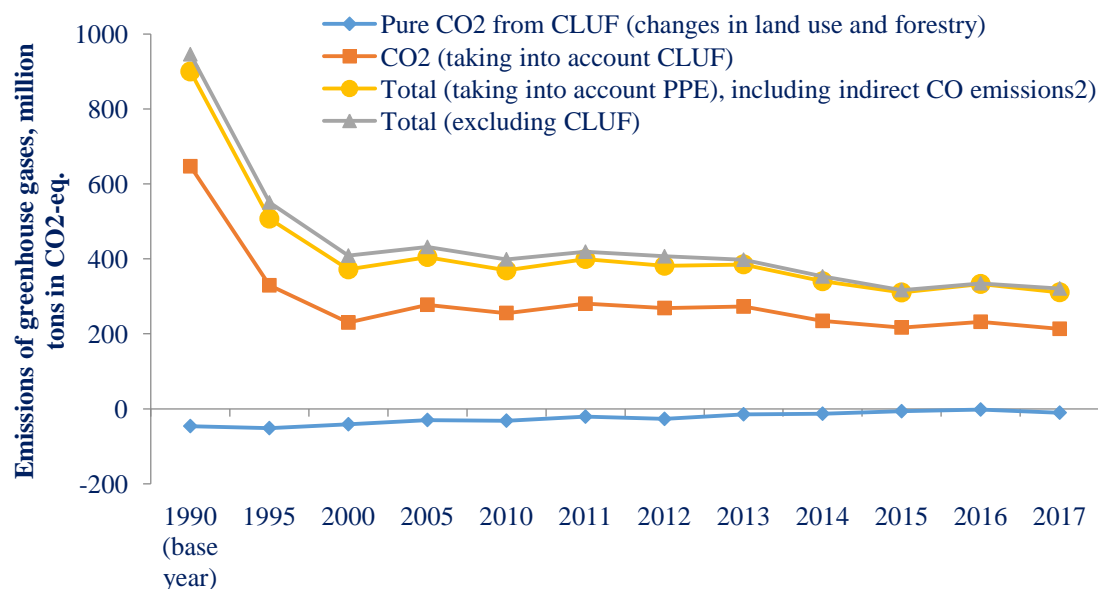
In 2017, 124,217.9 thousand tons of carbon dioxide, which affect climate change, were released into the atmosphere - 17.5% lower than the same figure in 2016. At the same time, since

2008, Ukraine has observed a clear tendency to reduce emissions of pollutants and carbon dioxide into the atmosphere, in particular by mobile sources.

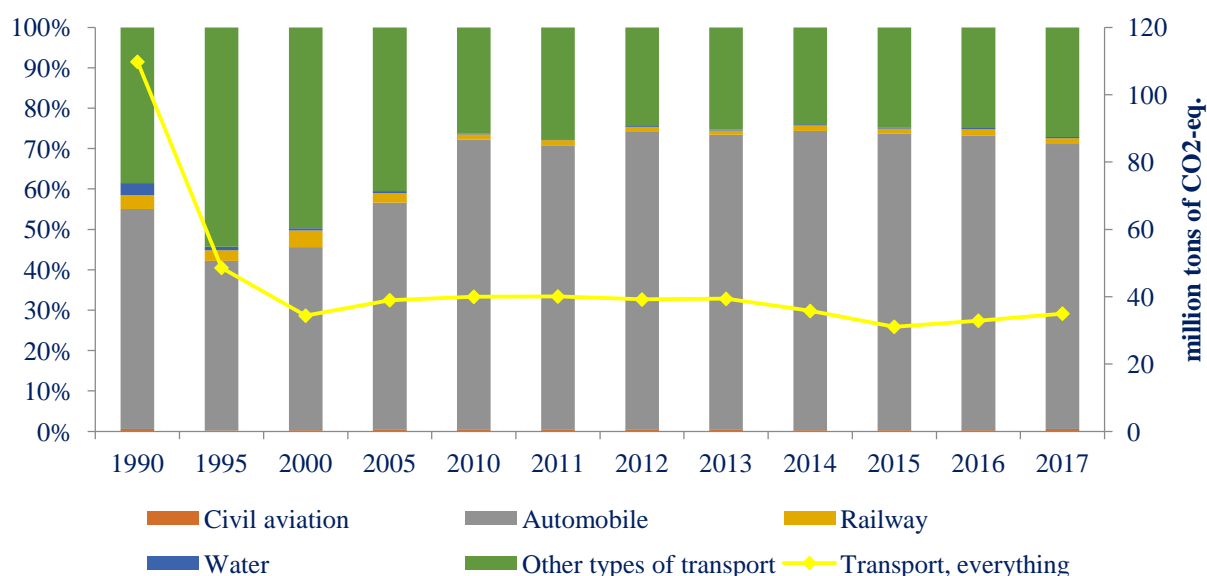
The leading regions in terms of emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere from mobile sources of pollution in 2015 were Dnipropetrovsk (9.2% of the total volume), Kyiv (8.7%) and Kyiv region (7.5%). These regions are also leaders in terms of methane and carbon dioxide emissions.

In 2017, emissions in the "Transport" category amounted to 35.0 million tons of CO<sub>2</sub>- eq. Compared with 1990, emissions have decreased by 68.7%, since 2016 - decreased by 6.4%.

The largest share of greenhouse gas emissions in the "Transport" category in 2017 falls on road transport and other types of transport - 70.6% and 27.1%, respectively.



**Figure 3.7 – Greenhouse gas emissions in Ukraine, 1990-2017**  
million t in CO<sub>2</sub>-eq.



**Figure 3.8 – Share of transport types in greenhouse gas emissions in Ukraine, 1990-2017, million tons of CO<sub>2</sub>- eq.**

According to the existing trends, the forecast of emissions of pollutants and carbon dioxide into the atmospheric air indicates that the positive trend of reducing the volume of emissions will have a countdown.

Therefore, road transport is the most dangerous, as emissions from it are the largest.

Reorientation of transport flows from road to river transport will allow to significantly reduce the specific weight of CO emissions<sub>2</sub> by truck.

Let's do the calculation. The cost of diesel fuel for transporting goods by river is 3.95 kg/t, while the alternative cost of fuel for transporting 1 ton of cargo by road on the middle shoulder of 400 km is 7.73 kg/t. Thus, transportation of 1 ton of cargo by river transport involves costs of 3.78 kg less than similar costs of road transport. At the same time, in accordance with the Methodology for calculating emissions of pollutants and greenhouse gases into the air from vehicles, a factor of 3138 kg per ton of diesel fuel used is used to determine the amount of carbon dioxide emissions.

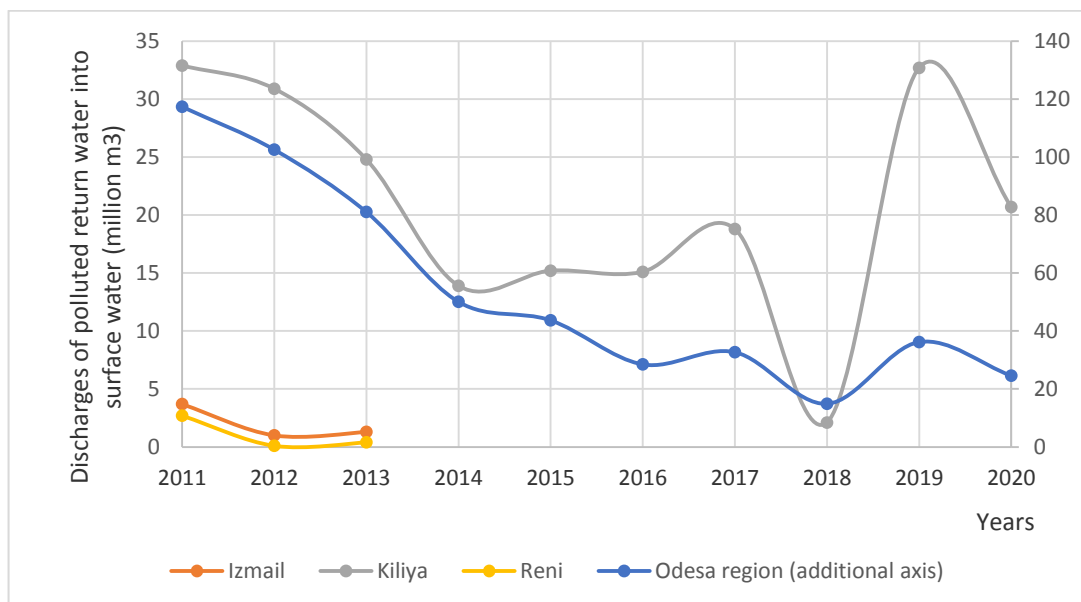
Thus, the reduction of emissions by 1 million tons will be: 1000000 tons of cargo\*0.00378 tons of fuel/ton of cargo \* 3.138 tons of emissions/ton of fuel = 11862 tons of carbon dioxide.

The dynamics of the discharge of polluted return water into surface water bodies of the Kiliya district of the Odesa region shows a general decline from 2011 to 2020, which is shown in fig. 3.8. The most significant reduction in emissions was recorded in 2014. In 2020, 20.7 million cubic meters were dumped<sup>3</sup> of polluted return water into the surface water bodies of the Kiliya district (table. 3.13).

**Table 3.13 – Discharge of polluted return water into surface water bodies (million cubic meters<sup>3</sup>) in Odesa region and Kiliya, Reni, Izmail districts for 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region (additional axis)	117.4	102.6	81.1	50.1	43.7	28.5	32.7	14.9	36.2	24.6
Izmail	3.7	1.00	1.30							
Kiliya	32.9	30.9	24.8	13.9	15.20	15.10	18.80	2.10	32.70	20.70
Reni	2.7	0.1	0.4							

\*Administration until 2020 (Resolution of the VR No. 3650 dated July 17, 2020)



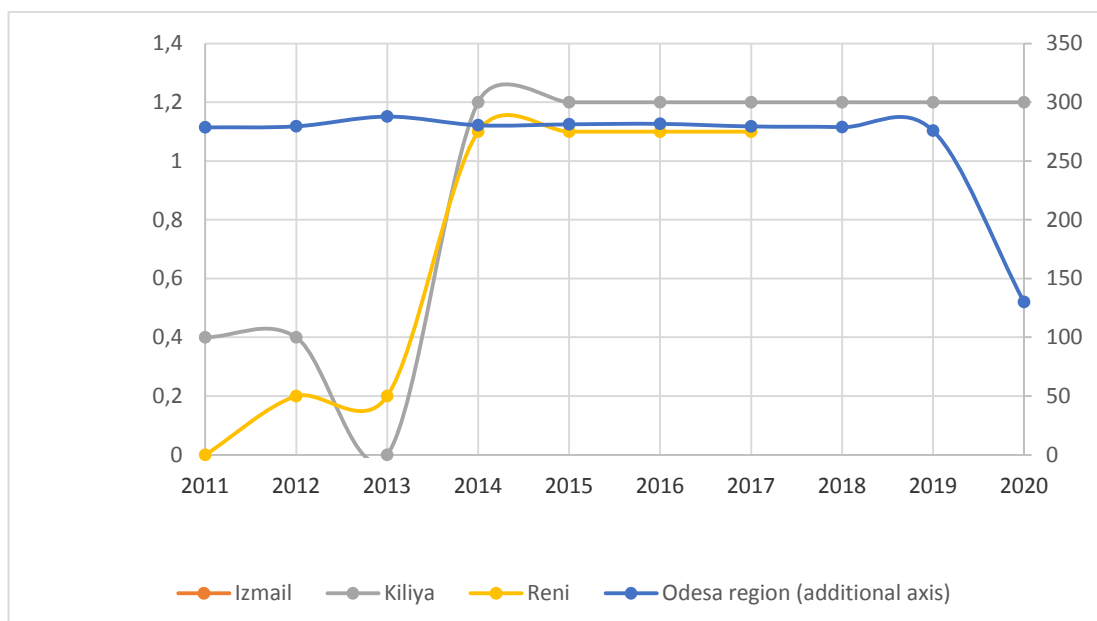
**Figure 3.8 – Discharge of polluted return water into surface water bodies (million cubic meters<sup>3</sup>) in Odesa region, Kiliya, Reni, Izmail districts for 2011-2020**

The total capacity of sewage treatment plants in Odesa region decreased from 2013 to 2020 (Fig. 3.9). In particular, from the maximum indicator in 2013 - 287.9 million m<sup>3</sup> - the volume of treated sewage decreased by 55% to the minimum value in 2020 - 130.1 million m<sup>3</sup>, as evidenced by table 3.14. Thus, it is possible to draw a conclusion about the general trend of decreasing the volume of treated effluents in the Odesa region during the considered period.

**Table 3.14 – The dynamics of the capacity of sewage treatment plants (million cubic meters<sup>3</sup>) in the Odesa region, Kiliya, Reni, Izmail districts for 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	278.7	279.6	287.9	280.5	281.3	281.7	279.5	278.9	275.9	130.1
Izmail										
Kiliya	0.4	0.4	0	1.2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Reni	0	0.2	0.2	1.1	1.10	1.10	1.10			

\*Administration until 2020 (Resolution of the VR No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 3.9 – Dynamics of the capacity of treatment facilities (million cubic meters<sup>3</sup>) in the Odesa region, Kiliya, Reni, Izmail districts for 2011-2020**

The analysis of the demographic situation of the Odesa region in recent years indicates a decrease in the number of the existing population.

This indicator was affected by:

- increase in volumes of natural population decline;
- decrease in the birth rate of the population;
- increase in population mortality;
- the presence of migratory growth of the population.

The analysis of indicators of the urban and rural population of the region shows that during 2016-2021, their number fluctuated either higher or lower.

The gender structure of the region's population is characterized by the predominance of women over men. The number of women during 2016-2020 gradually decreased and fluctuated around 53%. The number of men also gradually decreased and was correspondingly at the level of 47.0%.

The state of health of the population of the region is gradually deteriorating. If over the past 5 years, the increase in primary morbidity was 5.2%, then the total morbidity during the same period increased by 7.2%. This indicates an increase in the chronicity of diseases among the population.

More than 4.5 million cases of diseases are registered annually in the Odesa region, including approximately 40% of newly diagnosed cases.

Diseases of the circulatory system remain the most common pathology. An increase in the number of cases of acute myocardial infarction (AMI) and a slight increase in mortality from cardiovascular diseases are registered, the rate is 709.9 per 100,000 adults. At the same time, a decrease in mortality from myocardial infarction was recorded, which can be explained by the opening of reperfusion centres in the region.

As of 01.01.2021, 23,491 HIV-infected persons were under medical supervision in the health care facilities of the AIDS prevention and control service of the Odesa region, including 9,040 patients diagnosed with AIDS. The HIV prevalence rate was 991.5 per 100,000 population.

One of the problematic issues in the region is the control of tuberculosis, namely high morbidity rates and a slow decrease in mortality from TB/HIV co-infection. The incidence rate of TB/HIV co-infection in the region in recent years exceeds the average Ukrainian rate by five and is 28.8 per 100,000 population (Ukraine for 2020 – 8.4 per 100,000 population).

In recent years, the incidence of malignant neoplasms has been slowly increasing. But according to preliminary data, the ranking indicators of detection of oncological pathology is 278.6 against 298.6 cases per 100,000 inhabitants a year ago.

As sources of data and information, statistical materials of the "Centre of Medical Statistics of the Ministry of Health of Ukraine", bulletins, collections and databases of the State Statistics Service of Ukraine (SSSU) for 2009-2018, as well as national and regional analytical reports related to the state of health were used as sources of data and information. population of different regions of Ukraine. To obtain some data not available in public access and to clarify published statistical data, the authors addressed requests to the Ministry of Health of Ukraine and regional centres of medical statistics.

In 2017, the primary morbidity of the Odesa region population for all classes of diseases was 309,765 patients per 100,000 population (including 132,393 among children under the age of 14 inclusive, among children aged 15 to 17 inclusive – 124,424, among persons aged from 18 years inclusive - 52,949 first-time registered cases of the disease) (table. 3.15).

In the Odesa region, among children under the age of 14, the largest share of all diseases are diseases of the respiratory organs, diseases of the skin and subcutaneous tissue, some infectious and parasitic diseases, diseases eye and accessory apparatus and injuries, poisoning and some other consequences of external causes, among adolescents aged 15 to 18 years - diseases of the respiratory system, diseases of the skin and subcutaneous tissue, diseases of the musculoskeletal system and connective tissue, diseases of the eye and accessory apparatus, and injuries, poisoning and some other consequences of external causes, among adults over the age of 18 - diseases of the respiratory system, diseases of the genitourinary system, diseases of the circulatory system, injuries, poisoning and some other consequences of external causes (table. 3.16).



**Table 3.15 – Dynamics of the number of first-time registered cases of diseases by classes of diseases and separate age groups in Odesa region (cases, units)**

Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
	All diseases			Some infectious and parasitic diseases		
2010 year	488521	96363	1143389	20951	3671	46510
2011 year	500313	96231	1144481	23813	3551	46976
2012 year	495029	91685	1159743	25956	3427	48027
2013 year	519746	93248	1104890	23280	3280	46296
2014 year	519746	93248	1104890	23280	3280	46296
2015 year	513906	78738	1037785	23650	3055	44619
2016 year	519752	79554	1033186	22232	3228	46294
2017 year	530593	75779	1012410	24229	3185	45019
	Neoplasm			Diseases of the blood, hematopoiesis organs and certain disorders involving the immune mechanism		
2010 year	732	613	17645	3372	453	4385
2011 year	746	667	18178	3012	390	4474
2012 year	813	646	19205	3179	355	4550
2013 year	980	605	18539	3209	343	4410
2014 year	980	605	18539	3209	343	4410
2015 year	808	407	17145	2858	328	3777
2016 year	749	359	14844	2872	321	3718
2017 year	736	317	15200	2789	332	3506
	Diseases of the endocrine system, eating disorders, metabolic disorders			Mental and behavioural disorders		
2010 year	3318	1369	13603	2327	620	7799
2011 year	3125	1736	13995	2453	757	8472
2012 year	2864	1651	15122	2358	839	7971
2013 year	2998	1442	14557	2451	783	7595
2014 year	2998	1442	14557	2451	783	7595
2015 year	2444	864	12232	2146	773	7282
2016 year	2704	805	11543	2147	750	7134
2017 year	2474	800	11649	2183	695	6869
	Diseases of the nervous system			Diseases of the eye and accessory apparatus		
2010 year	7054	3514	40278	14472	4900	68338
2011 year	7394	3200	39397	14744	5032	69374
2012 year	6680	3125	42444	14677	4809	72410

Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
2013 year	7915	2865	40221	15996	4880	69032
2014 year	7915	2865	40221	15996	4880	69032
2015 year	6781	1832	39183	14665	3798	66283
2016 year	6448	1838	41673	14508	3775	64880
2017 year	6499	1544	40497	15117	3802	66590
	Diseases of the ear and mastoid process			Diseases of the circulatory system		
2010 year	13412	2915	46587	1736	1039	148357
2011 year	13681	2920	45893	1712	1565	144306
2012 year	13560	2789	47700	1431	1329	150346
2013 year	13927	2761	45552	1944	1445	135041
2014 year	13927	2761	45552	1944	1445	135041
2015 year	12787	2773	43915	1909	834	125084
2016 year	12623	2772	44695	2022	743	123540
2017 year	12936	2714	45873	1701	696	117256
	Respiratory diseases			Diseases of digestive organs		
2010 year	349582	51569	327428	10464	3393	58857
2011 year	358281	51458	329406	10190	3510	59867
2012 year	351221	48347	317208	10285	3345	63338
2013 year	375357	50521	307580	10388	3362	56954
2014 year	375357	50521	307580	10388	3362	56954
2015 year	376919	44276	300260	10245	2777	49030
2016 year	384549	45200	291265	10273	2944	47081
2017 year	392838	42776	285607	10072	2705	46746
	Diseases of the skin and subcutaneous tissue			Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue		
2010 year	23985	6014	63348	5300	5374	68223
2011 year	22671	5672	63349	5752	5150	69831
2012 year	24434	6331	66349	5456	4347	72614
2013 year	23870	6201	63456	6096	4498	66966
2014 year	23870	6201	63456	6096	4498	66966
2015 year	23328	5486	62879	4340	2684	58180
2016 year	23641	5272	70646	4550	2697	59162
2017 year	23715	4823	68318	4554	2603	57122
	Diseases of the genitourinary system			Pregnancy, childbirth and the postpartum period		
2010 year	6498	3882	94437	2	204	36052
2011 year	6717	3587	94816	1	185	36638
2012 year	7101	3417	98694	4	147	36307

Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
2013 year	7023	3536	97261	-	176	35912
2014 year	7023	3536	97261	-	176	35912
2015 year	6692	2959	92126	7	208	25732
2016 year	5945	3037	90431	1	152	27557
2017 year	6178	3142	89227	-	146	26443
	Certain conditions arising in the perinatal period			Congenital anomalies (developmental defects), deformations and chromosomal abnormalities		
2010 year	5631		2124	164		205
2011 year	5657		2110	159		317
2012 year	5208		1951	150		291
2013 year	4951		1989	116		230
2014 year	4951		1989	116		230
2015 year	4714		1862	67		231
2016 year	4690		1783	71		452
2017 year	4544		1817	66		481
	Symptoms, signs and abnormalities detected during laboratory and clinical studies, not classified in other headings			Injuries, poisoning and some other consequences of external causes		
2010 year	312	-	238	17249	6669	101099
2011 year	383	-	196	17871	6692	98996
2012 year	360	-	208	17491	6631	96959
2013 year	332	-	183	17040	6434	95105
2014 year	332	-	183	17040	6434	95105
2015 year	302	-	182	17449	5617	89645
2016 year	290	-	164	17725	5590	88107
2017 year	255	-	108	17956	5433	85899

**Table 3.16 – Dynamics of population morbidity by classes of diseases and separate age groups in Odesa region (number of first-time registered cases of diseases per 100,000 people of the corresponding age)**

Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
	All diseases			Some infectious and parasitic diseases		
2010 year	138246	117734	58829	5929	4485	2393
2011 year	139809	123384	58946	6654	4553	2419
2012 year	135828	122785	59733	7122	4589	2474
2013 year	139614	130435	56924	6253	4588	2385
2014 year	136048	124128	54228	6467	4515	2284

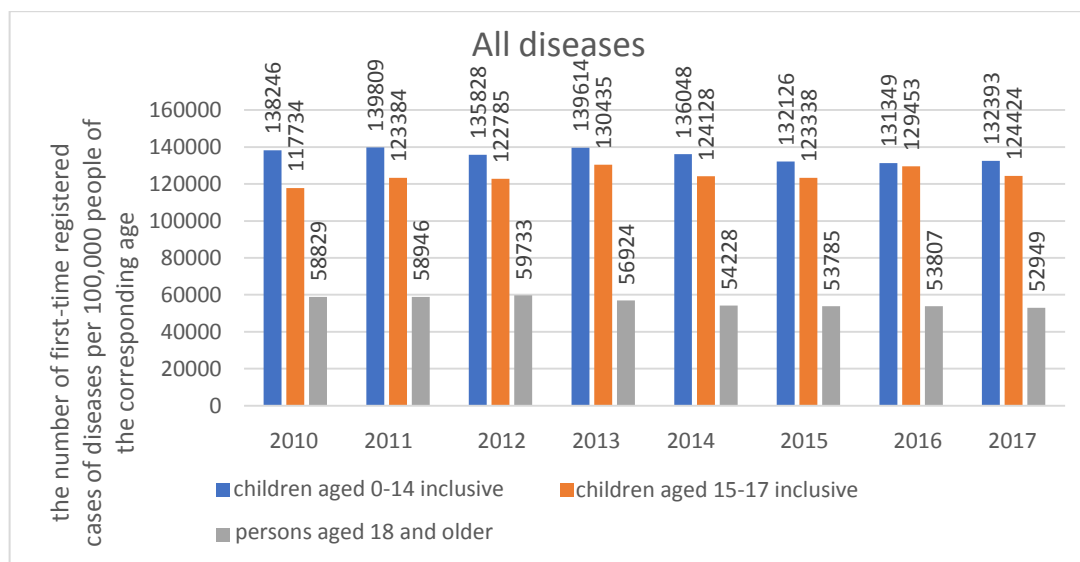
Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
2015 year	132126	123338	53785	6080	4785	2312
2016 year	131349	129453	53807	5618	5253	2411
2017 year	132393	124424	52949	6046	5230	2354
	Neoplasm			Diseases of the blood, hematopoiesis organs and certain disorders involving the immune mechanism		
2010 year	207	749	908	954	553	226
2011 year	208	855	936	842	500	230
2012 year	223	865	989	872	475	234
2013 year	263	846	955	862	480	227
2014 year	216	842	920	752	454	213
2015 year	208	638	889	735	514	196
2016 year	189	584	773	726	522	194
2017 year	184	520	795	696	545	183
	Diseases of the endocrine system, eating disorders, metabolic disorders			Mental and behavioural disorders		
2010 year	939	1673	700	659	758	401
2011 year	873	2226	721	685	971	436
2012 year	786	2211	779	647	1124	411
2013 year	805	2017	750	658	1095	391
2014 year	682	1510	650	607	1166	393
2015 year	628	1353	634	552	1211	377
2016 year	683	1310	601	543	1220	372
2017 year	617	1314	609	545	1141	359
	Diseases of the nervous system			Diseases of the eye and accessory apparatus		
2010 year	1996	4293	2072	4095	5987	3516
2011 year	2066	4103	2029	4120	6452	3573
2012 year	1833	4185	2186	4027	6440	3730
2013 year	2126	4008	2072	4297	6826	3557
2014 year	1851	3386	1987	3946	5926	3329
2015 year	1743	2870	2031	3770	5949	3435
2016 year	1630	2991	2170	3666	6143	3379
2017 year	1622	2535	2118	3772	6243	3483
	Diseases of the ear and mastoid process			Diseases of the circulatory system		
2010 year	3795	3561	2397	491	1269	7633
2011 year	3823	3744	2364	478	2007	7432
2012 year	3721	3735	2457	393	1780	7744
2013 year	3741	3862	2347	522	2021	6957

Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
2014 year	3636	3999	2215	490	1738	6501
2015 year	3288	4344	2276	491	1306	6483
2016 year	3190	4511	2328	511	1209	6434
2017 year	3228	4456	2399	424	1143	6132
	Respiratory diseases			Diseases of digestive organs		
2010 year	98928	63006	16847	2961	4145	3028
2011 year	100119	65978	16966	2848	4500	3083
2012 year	96370	64747	16338	2822	4480	3262
2013 year	100828	70669	15846	2790	4703	2934
2014 year	99026	69587	15369	2679	4376	2786
2015 year	96906	69356	15561	2634	4350	2541
2016 year	97181	73551	15169	2596	4791	2452
2017 year	98021	70235	14937	2513	4441	2445
	Diseases of the skin and subcutaneous tissue			Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue		
2010 year	6788	7348	3259	1500	6566	3510
2011 year	6335	7272	3263	1607	6603	3597
2012 year	6704	8479	3417	1497	5822	3740
2013 year	6412	8674	3269	1638	6292	3450
2014 year	6511	8558	3119	1197	4468	3133
2015 year	5998	8593	3259	1116	4204	3015
2016 year	5974	8579	3679	1150	4389	3081
2017 year	5917	7919	3573	1136	4274	2987
	Diseases of the genitourinary system			Pregnancy, childbirth and postpartum period		
2010 year	1839	4743	4859	1	508	6292
2011 year	1877	4599	4883	1	484	6453
2012 year	1948	4576	5083	2	402	6447
2013 year	1887	4946	5011	-	502	6430
2014 year	1728	4839	4862	1	483	5822
2015 year	1721	4635	4775	4	658	4693
2016 year	1502	4942	4709	1	501	5078
2017 year	1542	5159	4667	-	489	4920
	Certain conditions arising in the perinatal period			Congenital anomalies (developmental defects), deformations and chromosomal abnormalities		
2010 year	19650			601	200	11
2011 year	19650			590	204	16
2012 year	17577			535	201	15

Year	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older	children aged 0-14 inclusive	children aged 15-17 inclusive	persons aged 18 and older
2013 year	16754			534	162	12
2014 year	16847			489	92	12
2015 year	16664			479	105	12
2016 year	17529			451	116	24
2017 year	17722			453	108	25
	Symptoms, signs and abnormalities detected during laboratory and clinical studies, not classified in other headings			Injuries, poisoning and some other consequences of external causes		
2010 year	88	-	12	4881	8148	5202
2011 year	107	-	10	4994	8580	5099
2012 year	99	-	11	4799	8880	4994
2013 year	89	-	9	4577	9000	4900
2014 year	94	-	18	4389	8433	4774
2015 year	78	-	9	4486	8799	4646
2016 year	73	-	9	4479	9096	4588
2017 year	64	-	6	4480	8921	4492

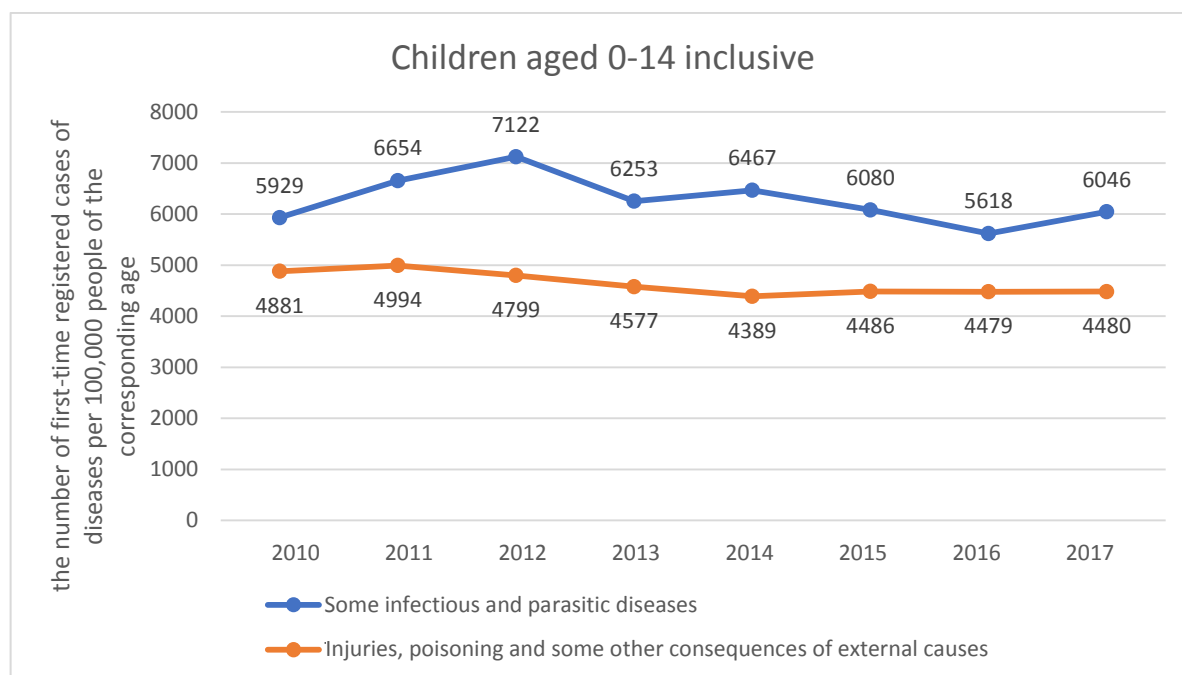
In general, the dynamics of morbidity in the years 2010-2017 in the Odesa region among the adult population has a tendency to decrease (in 2017 by 10% compared to 2010), which is illustrated in fig. 3.10. Among the child population aged 15 to 17 years inclusive, the dynamics does not have a clear tendency to increase or decrease, however, in 2013 and 2016, a sharp increase in the incidence is observed. In general, the number of cases of the disease increased by 5.7% compared to 2010. The number of diseases among children under the age of 14 varies from year to year within 1,000-2,000 cases of diseases, but it is worth noting that in 2015 the incidence decreased by 2.9%.

The number of injuries, poisonings and some other consequences among children under the age of 14 in Odesa region has been decreasing since 2011 - in 2017 by 8.2% compared to 2010. The number of registered infectious and parasitic diseases increased until 2012, and then began to decrease (in 2016 by 21.1% and in 2017 by 15.1% compared to 2010) (Fig. 3.11, 3.12).

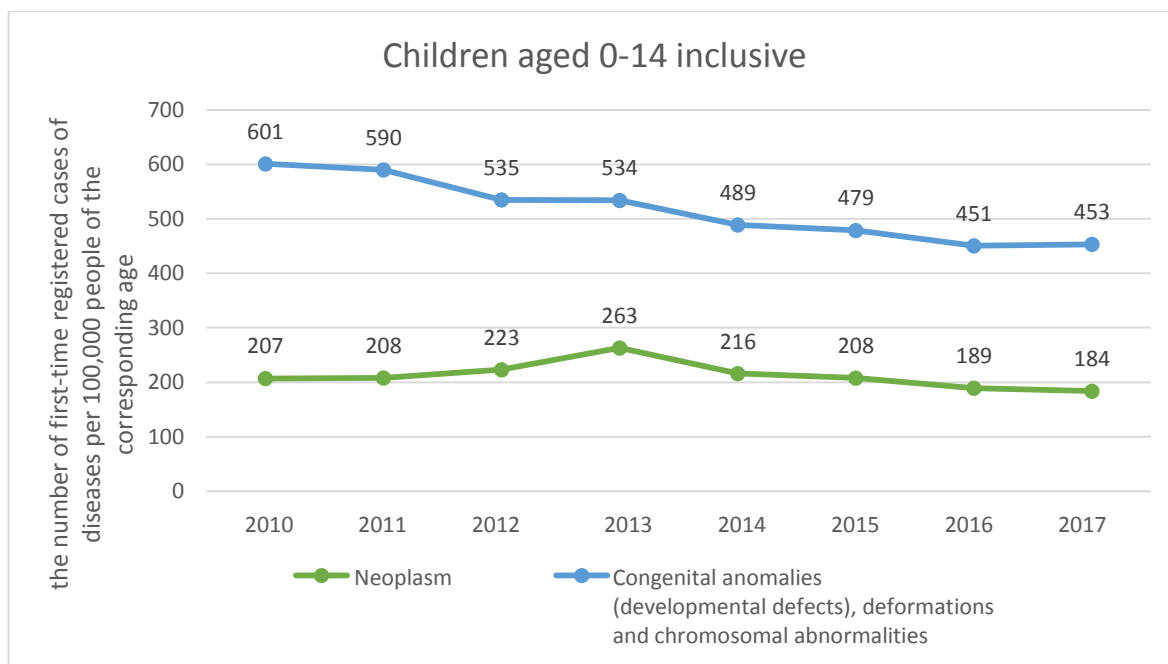


**Figure 3.10 – Morbidity dynamics of the Odesa region population by age groups, persons**

The dynamics of registered cases of congenital anomalies, deformations and chromosomal disorders has a clear tendency to decrease - in 2017, the number of registered cases decreased by 24.6% compared to 2010. The number of neoplasms among children under the age of 14 increased every year until 2013, and in 2014 it began to decrease (in 2017 by 30.2% compared to 2013).

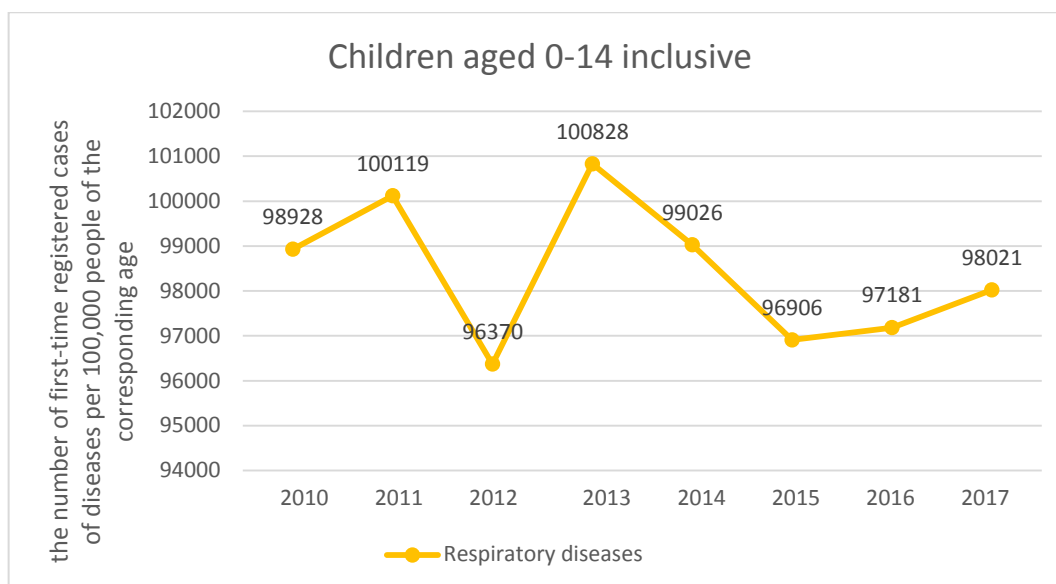


**Figure 3.11 – Morbidity dynamics of children under the age of 14 in the Odesa region by certain classes of diseases, persons**



**Figure 3.12 – Dynamics of morbidity in children under the age of 14 in Odesa region by certain classes of diseases, cases**

In general, the number of first-time registered cases of respiratory diseases since 2010 has not decreased very much, but has decreased. As can be seen from fig. 3.13, in 2011 and 2013, the largest number of cases of the disease were registered, while in 2012 this indicator decreased sharply.

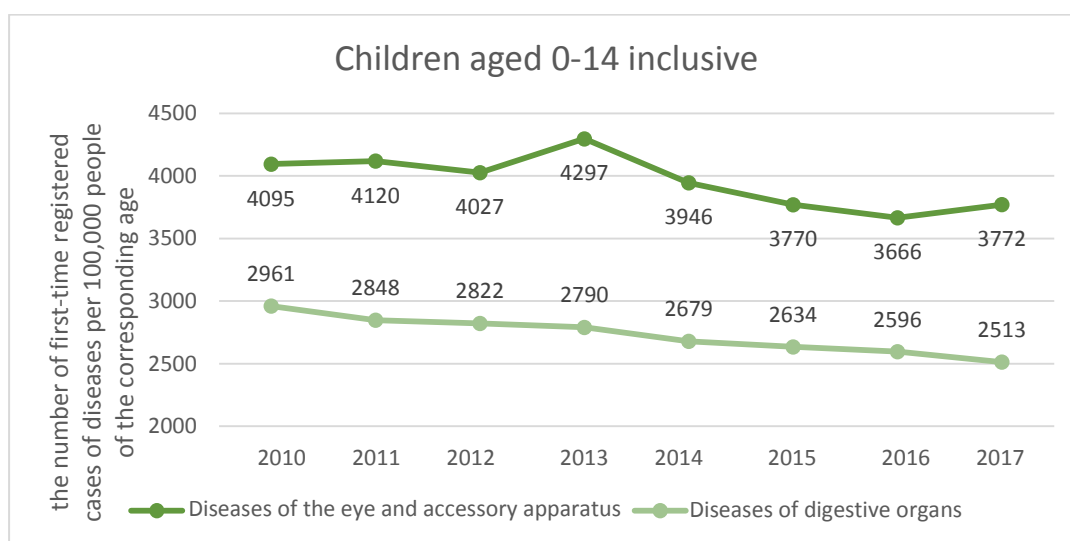


**Figure 3.13 – Morbidity dynamics of children under the age of 14 in Odesa region by certain classes of diseases, cases**

As can be seen from the graph in fig. 3.14, the number of cases of diseases of the digestive organs gradually decreases every year. The largest number of diseases of the eye and accessory apparatus was recorded in 2013, and since 2014, the number of registered diseases has been decreasing. In general, in 2017, the number of first-time registered cases of diseases of the eye and

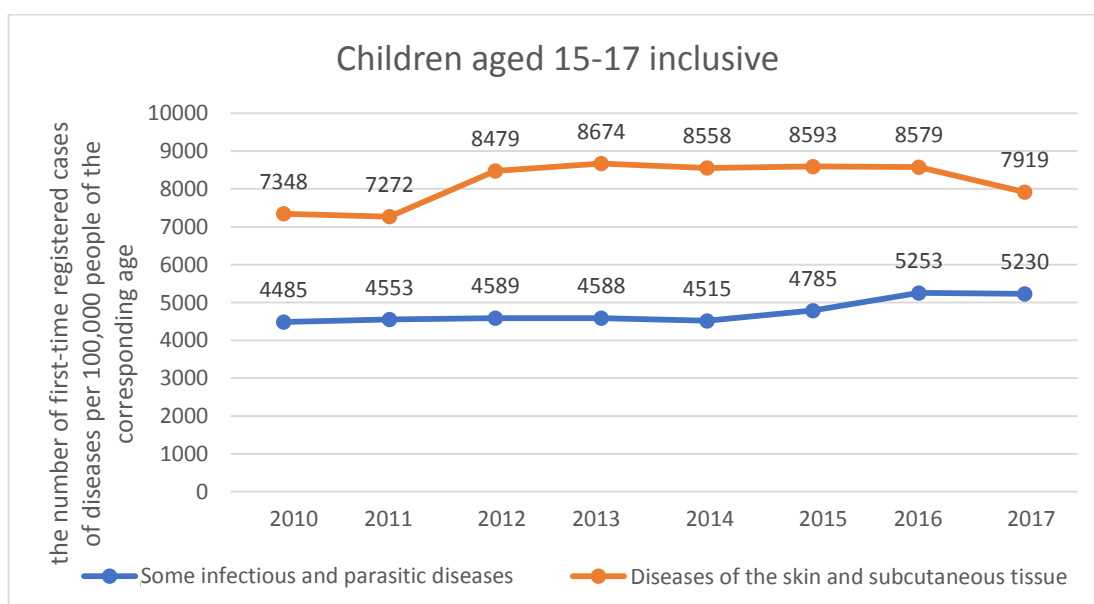


accessory apparatus decreased by 7.9%, and the number of cases of diseases of the digestive organs decreased by 15.1% compared to 2010.



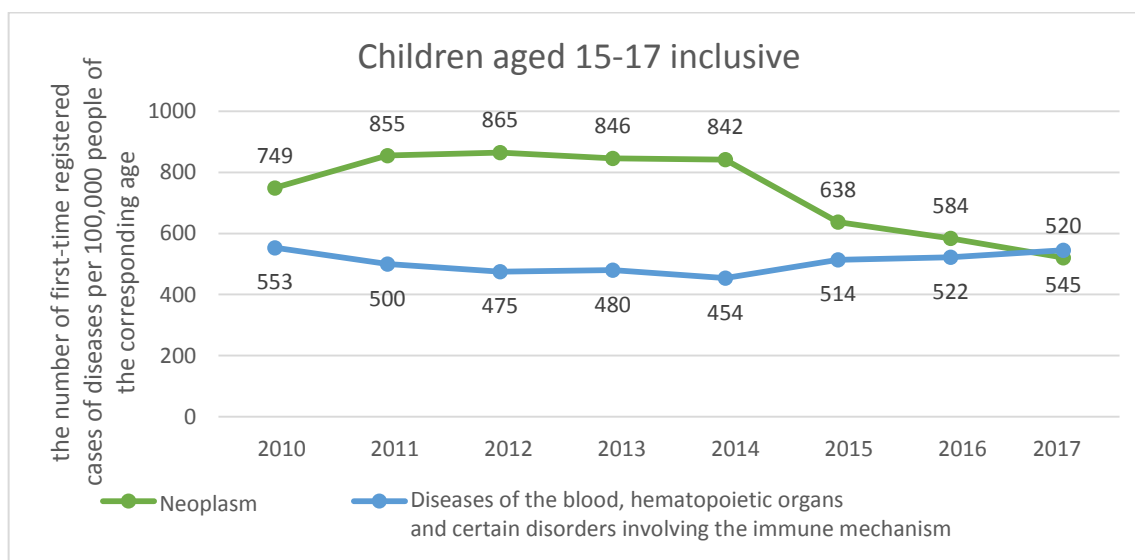
**Figure 3.14 – Morbidity dynamics of children under the age of 14 in Odesa region by certain classes of diseases, cases**

The dynamics of the number of first-time registered cases of some infectious and parasitic diseases did not change significantly in 2010-2014, but since 2015 there has been an increase in cases. In general, since 2010, the number of cases of some infectious and parasitic diseases has increased by 16.5%. The number of cases of skin and subcutaneous tissue diseases in 2012 increased by 16.6% compared to 2011, remained practically unchanged from 2012 to 2016, and decreased by 7.7% in 2017 compared to the previous year (Fig. 3.15).



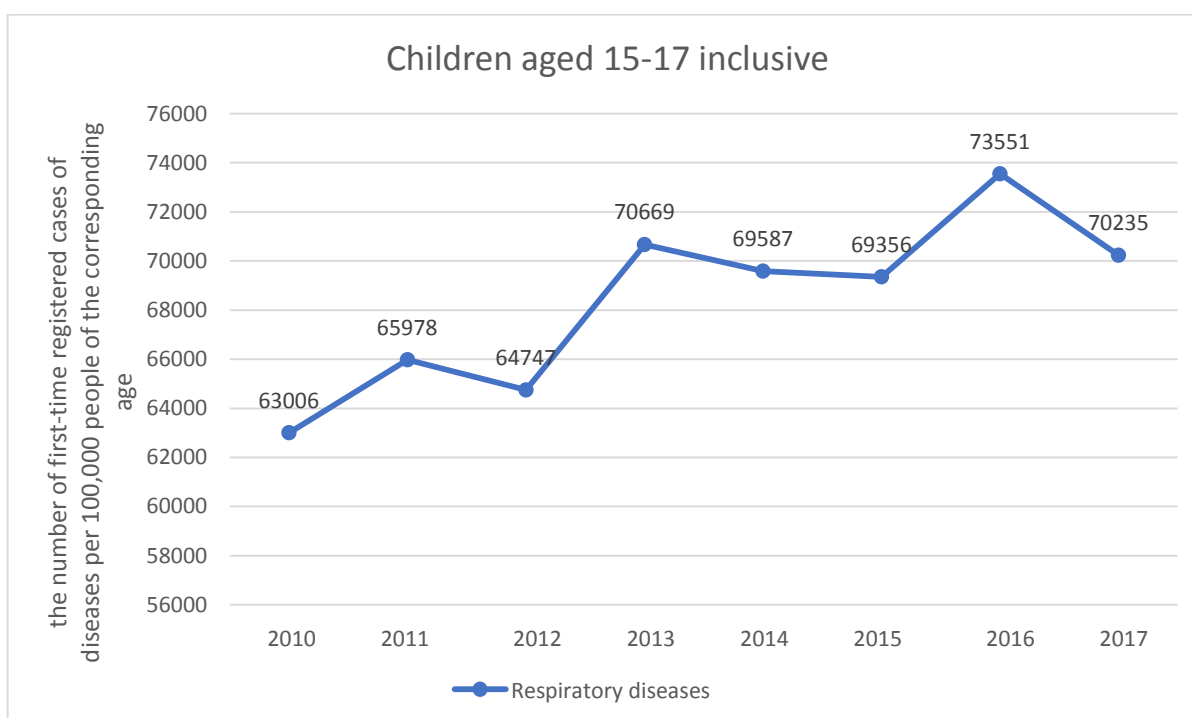
**Figure 3.15 – Dynamics of the morbidity of the child population aged 15 to 17 years of Odesa region by certain classes of diseases, cases**

The number of first-time registered cases of blood diseases decreased until 2014 (by 17.9% compared to 2010), and since 2015 has gradually increased (by 20% in 2017) (Fig. 3.16). The number of newly registered cases of neoplasms in 2011 increased by 14.1% compared to the previous year, in 2011-2012 the dynamics of morbidity did not change significantly, and from 2013 it began to decrease significantly (by 38.5% in 2017).



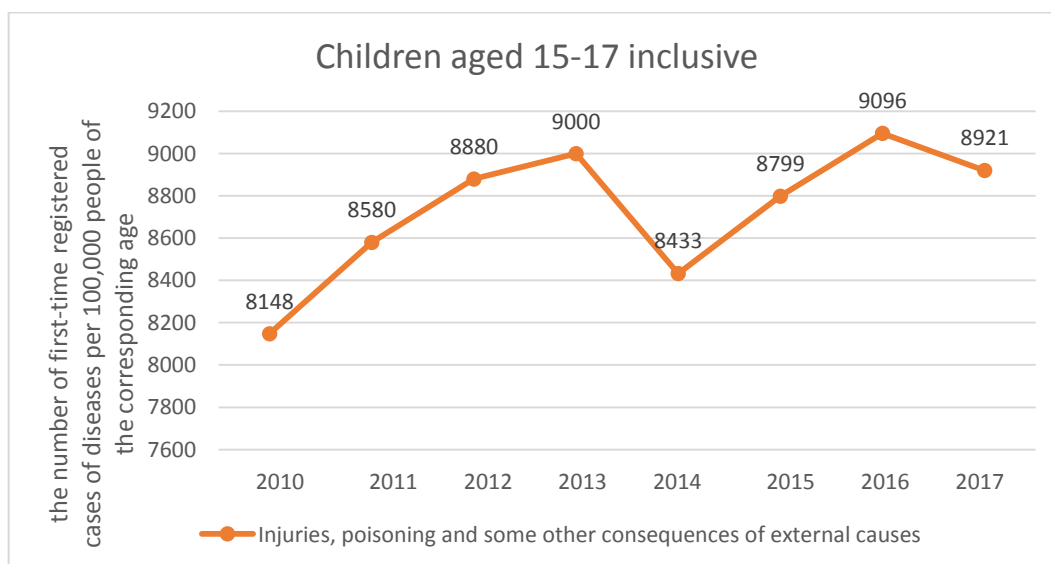
**Figure 3.16 – Dynamics of the morbidity of the child population aged 15 to 17 years of Odesa region by certain classes of diseases**

The dynamics of the number of first-time registered cases of respiratory diseases tends to increase, with a sharp increase observed in 2013 and 2016 (by 9.1% and 6% compared to previous years, respectively), which is illustrated in Fig. 3.17.



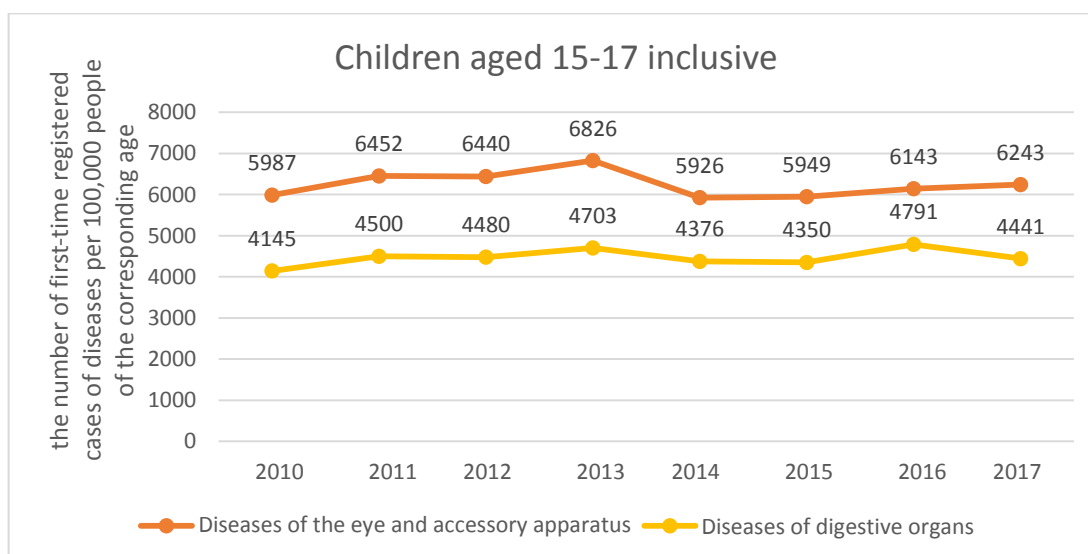
**Figure 3.17 – Dynamics of the morbidity of the child population aged 15 to 17 years of Odesa region by certain classes of diseases**

As can be seen from the graph in fig. 3.18 the number of injuries, poisonings and some other consequences of external causes increased from 2010 to 2013 (by 10.4%), and in 2014 there was a sharp decrease (by 6.3% compared to the previous year).



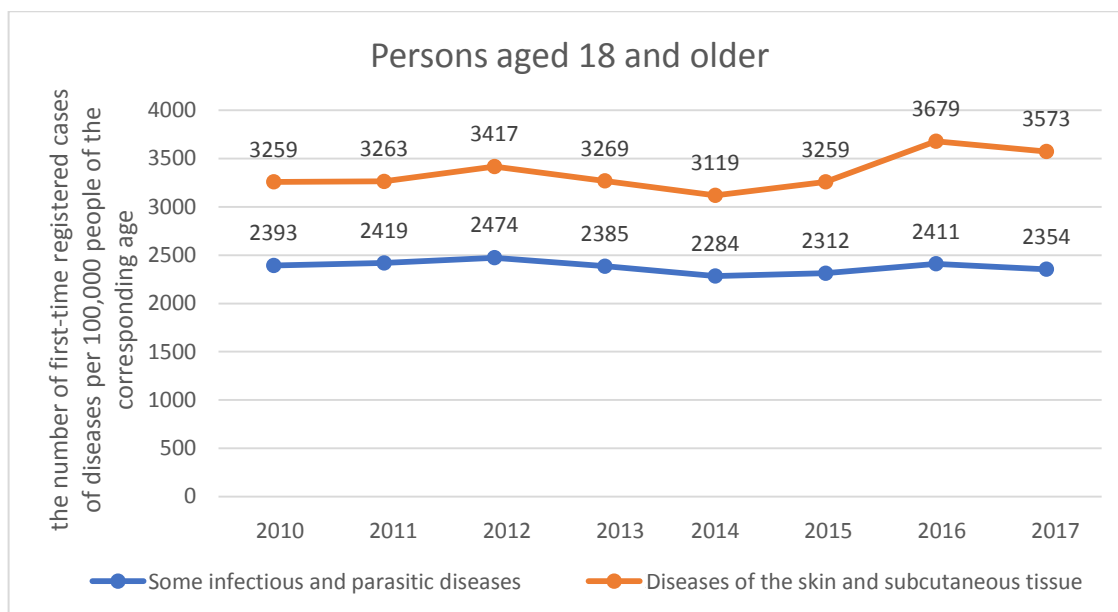
**Figure 3.18 – Dynamics of the morbidity of the child population aged 15 to 17 years of Odesa region by certain classes of diseases**

As can be seen from the graph in fig. 3.19, the number of first-time registered cases of the disease increased until 2013 for both classes of diseases. However, the number of cases of diseases of the eye and accessory apparatus began to increase from 2013 (by 8.5% in 2017), while the number of cases of diseases of the digestive organs partially decreased in 2014 and 2015 (by 6.9% and 7.5%, respectively compared to 2013), and in 2016 the largest number of cases was recorded.



**Figure 3.19 – Dynamics of the morbidity of the child population aged 15 to 17 years of Odesa region by certain classes of diseases**

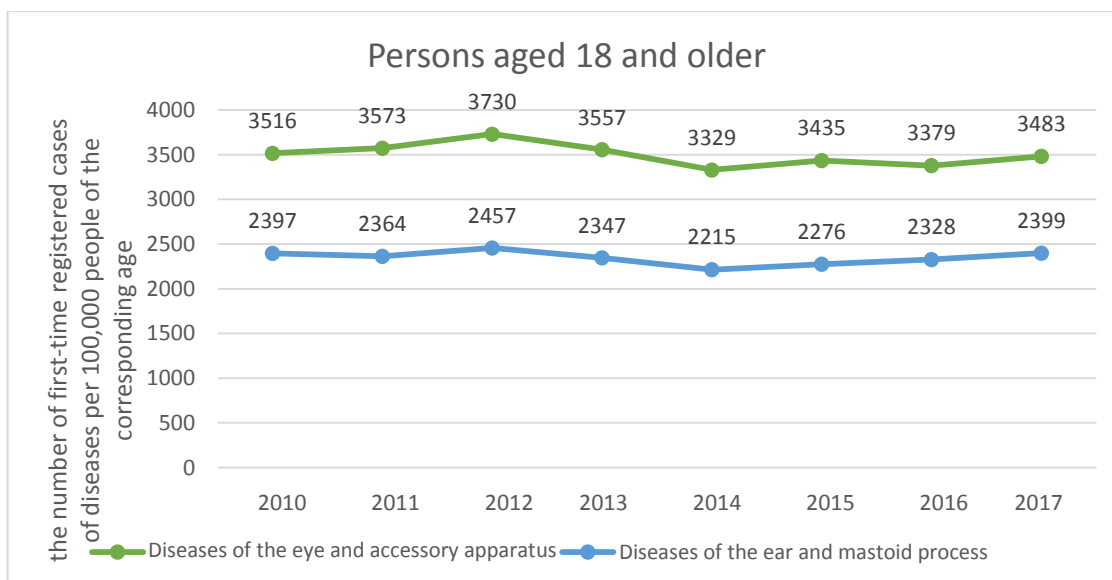
The dynamics of the number of first-time registered cases of some infectious and parasitic diseases did not change significantly in 2010-2017. The number of cases of skin and subcutaneous tissue diseases also did not change much during 2010-2015, but in 2016 the number of cases increased by 12.9% compared to the previous year (Fig. 3.20).



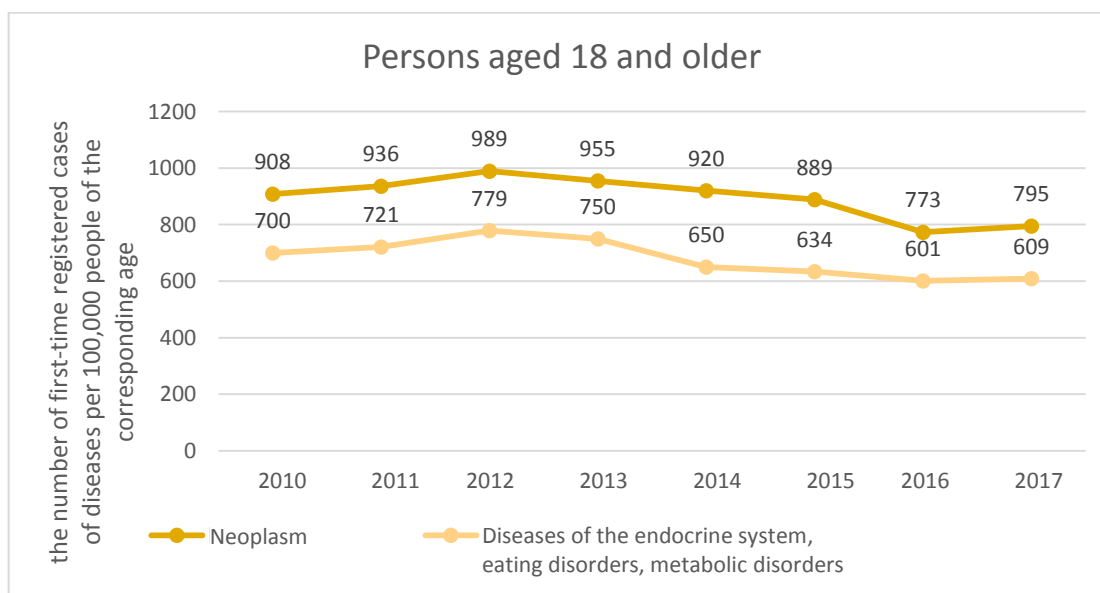
**Figure 3.20 – Morbidity dynamics of the adult population over the age of 18 in the Odesa region by certain classes of diseases**

The number of cases of ear and mastoid diseases does not change significantly over the years. The situation is similar with the dynamics of morbidity in the population by class of diseases of the eye and accessory apparatus - the largest number of diseases was recorded in 2012. In general, as can be seen in fig. 3.21, the number of cases of diseases of the ear and mastoid in 2017 decreased by 0.08% and diseases of the eye and accessory apparatus by 0.9% compared to 2010.

The number of newly registered cases of neoplasms has been decreasing since 2012 (by 19.6% in 2017), and the largest number of cases was registered in 2012. The situation is the same for the dynamics of morbidity in the adult population by class of diseases of the endocrine system - the number of cases of diseases decreased by 21.8% in 2017 compared to 2012 (Fig. 3.22).

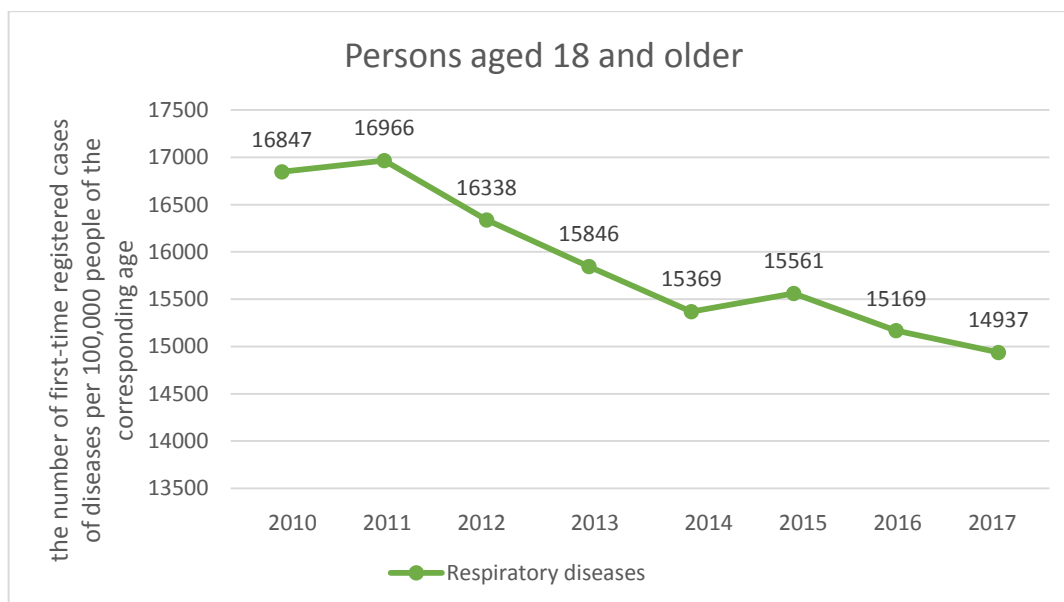


**Figure 3.21 – Morbidity dynamics of the adult population over the age of 18 in the Odesa region by certain classes of diseases**



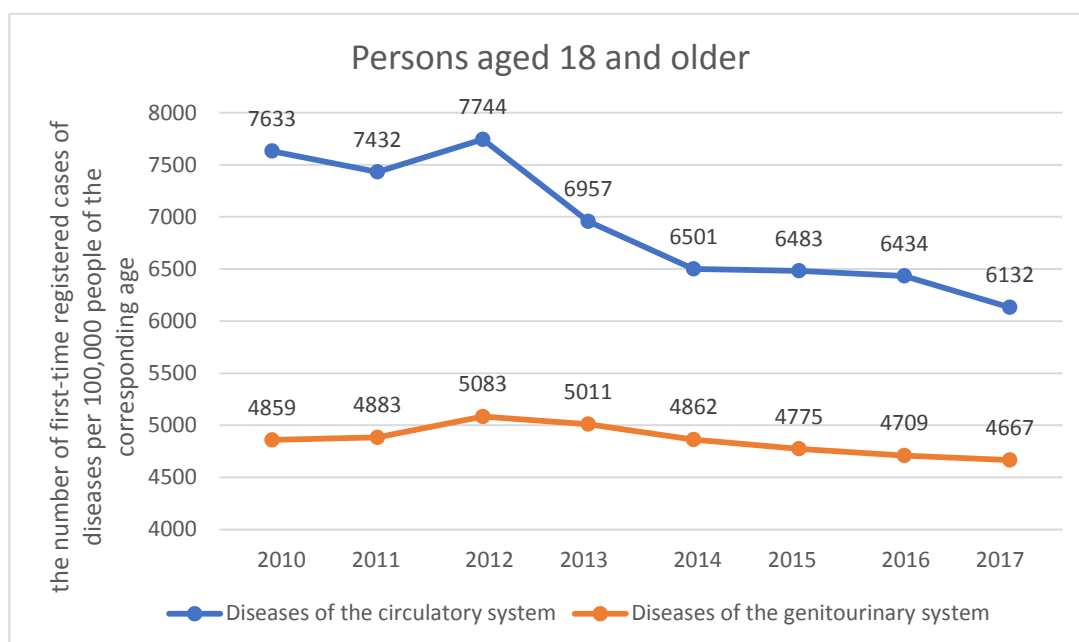
**Figure 3.22 – Morbidity dynamics of the adult population over the age of 18 in the Odesa region by certain classes of diseases**

The dynamics of respiratory diseases among the adult population aged 18 and older since 2011 has a clear tendency to decrease - in 2017 by 11.9% with a slight increase in the number of cases in 2015 (Fig. 3.23).



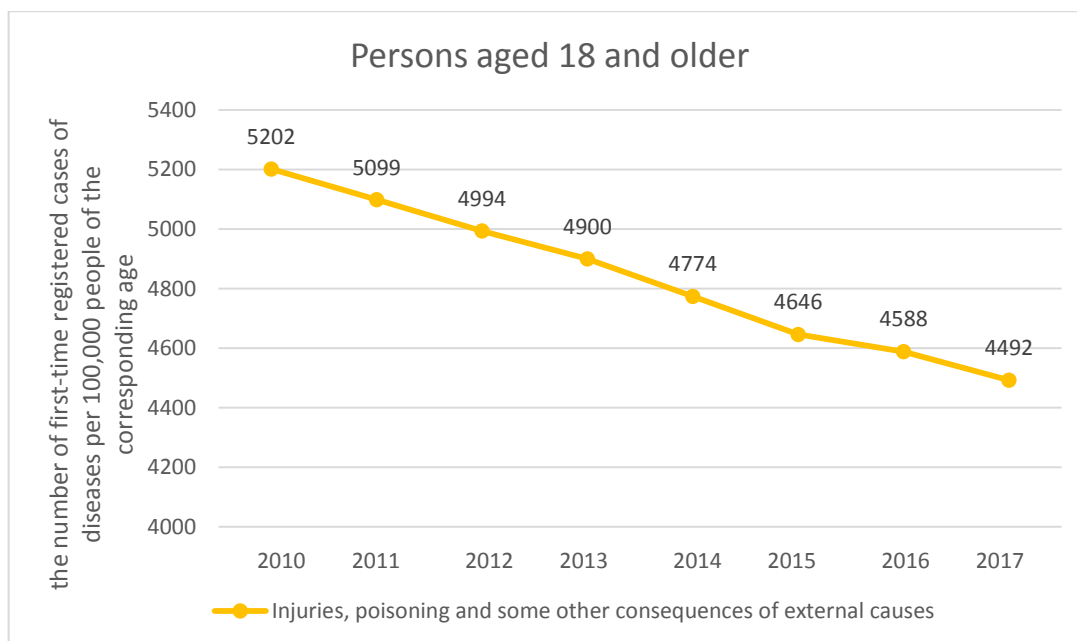
**Figure 3.23 – Morbidity dynamics of the adult population over the age of 18 in the Odesa region by certain classes of diseases**

The dynamics of registered cases of diseases of the circulatory system among the adult population has a tendency to decrease - in 2017, the number of registered cases decreased by 19.6% compared to 2010. As illustrated in fig. 3.24, the number of cases of diseases of the genitourinary system increased slightly until 2012, and began to decrease from 2013 (in 2017 by 6.9% compared to 2012).



**Figure 3.24 – Morbidity dynamics of the adult population over the age of 18 in the Odesa region by certain classes of diseases**

The number of cases of injuries, poisonings and some other consequences of external causes is gradually decreasing every year - in 2017, the number of cases decreased by 13.6% compared to 2010, which can be seen on the graph in Fig. 3.25.



**Figure 3.25 – Morbidity dynamics of the adult population over the age of 18 in the Odesa region by certain classes of diseases**

Diseases that largely depend on the state and factors of the surrounding natural, social and industrial environment include diseases of the respiratory system (J00-J98), diseases of the digestive system (K00-K92), neoplasms (C00-D48) and diseases of the circulatory system (I00-I99). It is from these diseases, as well as from some others, including external causes of morbidity and mortality, that the largest number of people die. The cause of some infectious and parasitic diseases (A00-B99) is also the environment, but the proportion of deaths from these diseases is relatively small (up to 1%) and has been decreasing for at least the last 10 years.

The network of health care facilities is uneven between the city and the village and is characterized by a number of factors (rural settlement of rural residents, scattered settlements and their distance from each other, population density per 1 km<sup>2</sup> etc.), which has a significant impact on the availability of medical care and is an important condition for the formation of an optimal network of medical facilities, especially in the countryside.

The distribution of doctors by types of settlements is as follows: 72.2% are doctors in cities of the region, 19.2% are in rural areas, and 10.0% are in urban-type settlements.

Up to 90% of toxic, including carcinogenic, pollutants enter the atmospheric air of cities as part of vehicle exhaust gases. Carcinogenic substances have a significant negative impact on health, since they do not have a threshold for harmful effects, and a small amount of molecules of a carcinogenic substance can lead to a violation of human health. The significant influx of harmful chemicals into the atmospheric air of cities is due to the annual increase in the number of automobile fleets, as well as the lack of the possibility of expanding transport highways.

A high carcinogenic risk to public health from atmospheric air pollution with vehicle exhaust gases is caused by 1,3-butadiene, benzene, formaldehyde, benz(a)pyrene and other carcinogenic substances. Of course, these substances enter the city's atmosphere not only with engine exhaust, but also as part of emissions from industrial enterprises. However, the share of the contribution of motor vehicles to the pollution of atmospheric air in cities with harmful substances is usually larger; it is assumed that it will grow, as the rate of growth of atmospheric pollution with exhaust gases is higher than the rate of growth of industrial production. Research on the impact of polluting substances caused by vehicle emissions of a certain territory (city, district, etc.) on the population has not been conducted much, because it is associated with a number of difficulties. They are due to a number of problems that arise when trying to isolate the partial contribution of motor vehicles to air pollution in cities and determine the number of the population that is directly subject to this influence. Of particular importance are the features of the spread of pollutants due to emissions of exhaust gases in the surface layer of the atmosphere, which worsens the conditions of dispersion, compared to emissions from stationary sources, and creates an increased level of pollution near main streets.

Environmental risk assessment is one of the elements of the health risk analysis methodology, which includes risk assessment, risk management and risk communication. From a scientific point of view, risk assessment is a consistent, systematic consideration of all aspects of the effect of the analysed factor on human health, which includes justification of acceptable exposure levels. In scientific and practical application, the main task of environmental risk assessment is obtaining and summarizing information about the possible influence of human habitat factors on his health.

The correlation between the state of atmospheric air pollution and morbidity has been scientifically confirmed. The World Health Organization (WHO) states that air pollution leads to an increase in morbidity and mortality in the world. According to the same organization, atmospheric air pollution is a priority risk factor for public health, while more than 80% of diseases depend to one degree or another on air quality (Source: [mk.dsp.gov.ua](http://mk.dsp.gov.ua)).

Along with the increase in the concentration of harmful substances in the atmospheric air, there was an increase in the level of morbidity of the population, including diseases of the respiratory system, circulatory systems, and diseases of allergic origin. A strong direct correlation was found between the degree of air pollution with dust and the general incidence of bronchial asthma ( $r = 0.88$ ), circulatory system ( $r = 0.91$ ), ischemic heart disease ( $r = 0.89$ ), for allergic rhinitis ( $r = 0.72$ ).

In Ukraine, about 17 million people, or 34% of the entire population, are negatively affected by atmospheric pollution. Malformations of children in cities with environmental pollution occur 3-4 times more often than in relatively clean ones, respiratory diseases are registered twice as often,



the general level of morbidity in the population is 25-40% higher, the level of allergic, oncological, cardiovascular diseases is also higher. , genetic and other diseases.

Tables 3.17 - 3.18 show the sanitary and hygienic standards for pollutants that have been in force in Ukraine since 2020. Order of the Ministry of Health No. 1456 dated 07/14/2020.

**Table 3.17 - Sanitary and hygienic standards for pollutants that have been in force in Ukraine since 2020. Order of the Ministry of Health No. 1456 dated 07/14/2020.**

Name	Maximum permissible concentration (MPC)	Danger class
Carbon dust	4,0-10,0	3
Ozone	0.1	1
Nitrogen dioxide	2.0	3
Nitrous oxide	5.0	3
Sulfur dioxide (Sulfuric anhydride)	10.0	2
Carbon oxide	20	4

The specificity of environmental risk is, as a rule, its uneven distribution over the territory exposed to the influence of a dangerous factor. The distribution of risk depends on the distribution of adverse factors, which can be statistical or variable. At the same time, pollution of the surface layer of the atmosphere by industrial emissions can change strongly over time depending on the direction and speed of the wind and other meteorological parameters. In this case, two extreme situations should be considered: short-term exposure to a strong factor and long-term exposure to a relatively low-intensity factor. Adverse changes in people's health caused by daily or professional contact with toxic substances are generally probable. This is due to significant variations in the physical condition of people, and it is also impossible to accurately control such risk parameters as dose, contact time, the specificity of the substance entering the body, etc.

**Table 3.18 – Hygienic norms for the content of chemical substances in atmospheric air (Order of the Ministry of Health No. 52 of 02/14/2020)**

Name	The maximum permissible concentration (MPC mg/m <sup>3</sup> )		Class of hazard
	maximum one time	average daily	
Different dust	0,15, -0,5	0.0001-0,15	3
Ozone	0.16	0.03	1
Nitrogen dioxide	0.2	0.04	3
Nitrous oxide	0.4	0.06	3
Sulfur dioxide (Sulfuric anhydride)	0.5	0.05	3
Carbon oxide	5.0	3.0	4

For the study of environmental risk from environmental pollution, it is applied *Methodology for assessing the risks of toxic effects on human health from atmospheric air pollution*. The risk assessment, which is performed on its basis, assumes the implementation of a scenario in which the population is exposed to a toxicant whose concentration in the air *with* (mg/m<sup>3</sup>), the exposure time  $\tau$  is not less than 30 minutes, and the risk of disease is a function of the dose of the toxicant that entered the body of an average representative of the population group throughout his life. Regarding atmospheric air pollution, the dose of the toxicant can be estimated based on data on the concentration of the toxicant in the air and the duration of people's stay in the conditions of polluted atmospheric air.

The study assessed the carcinogenic risk of chronic intoxication of the population from polluted atmospheric air in the cities of Odessa and Izmail.

At the first stage of the study, based on the MPC method, indicators of the frequency of exceeding the MPC were calculated, taking into account the corresponding average daily and maximum single MPC. For the city of Odesa, it was established that formaldehyde is a priority pollutant in atmospheric air; for the city Ishmael - nitrogen dioxide and nitrogen dioxide (according to average annual concentrations).

The total carcinogenic risk, which does not exceed one, can be considered acceptable for the human body, which is in the conditions of open atmospheric air and is exposed to the negative influence of a complex of pollutants. Exposure time can be both "safe" and "dangerous" for a

person in open air conditions. Analysing the total carcinogenic risks of chronic intoxication depending on the time of exposure for each of the cities of Southern Ukraine, safe conditions for the human body were established.

For the city of Odessa (Fig. 3.26) the highest carcinogenic risks of chronic action are noted for formaldehyde and carbon oxides. According to the values of the total carcinogenic risk (Fig. 3.27) it is safe to stay in the open air for no more than 3 hours a day.

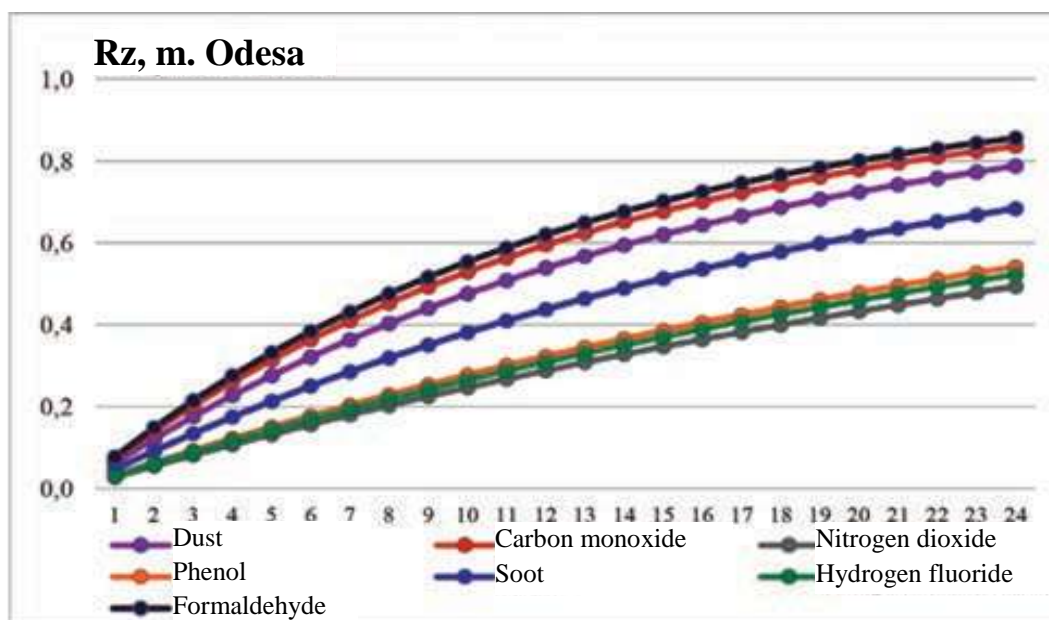


Figure 3.26 – Change in the carcinogenic risk of chronic intoxication depending on the exposure time (Odesa, 2017)

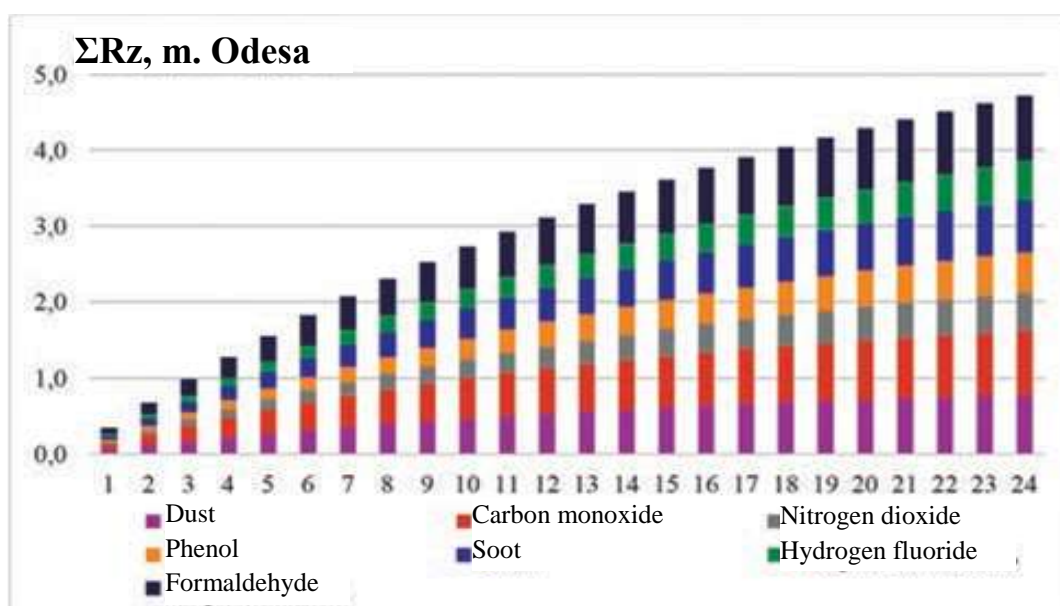


Figure 3.27 – Cumulative carcinogenic risk of chronic intoxication (Odesa, 2017)

For the city of Izmail (Fig. 3.28) the highest carcinogenic risks of chronic action are noted

for sulfur dioxide. According to the values of the total carcinogenic risk (Fig. 3.29) it is safe to stay in the open air for no more than 9 hours a day.

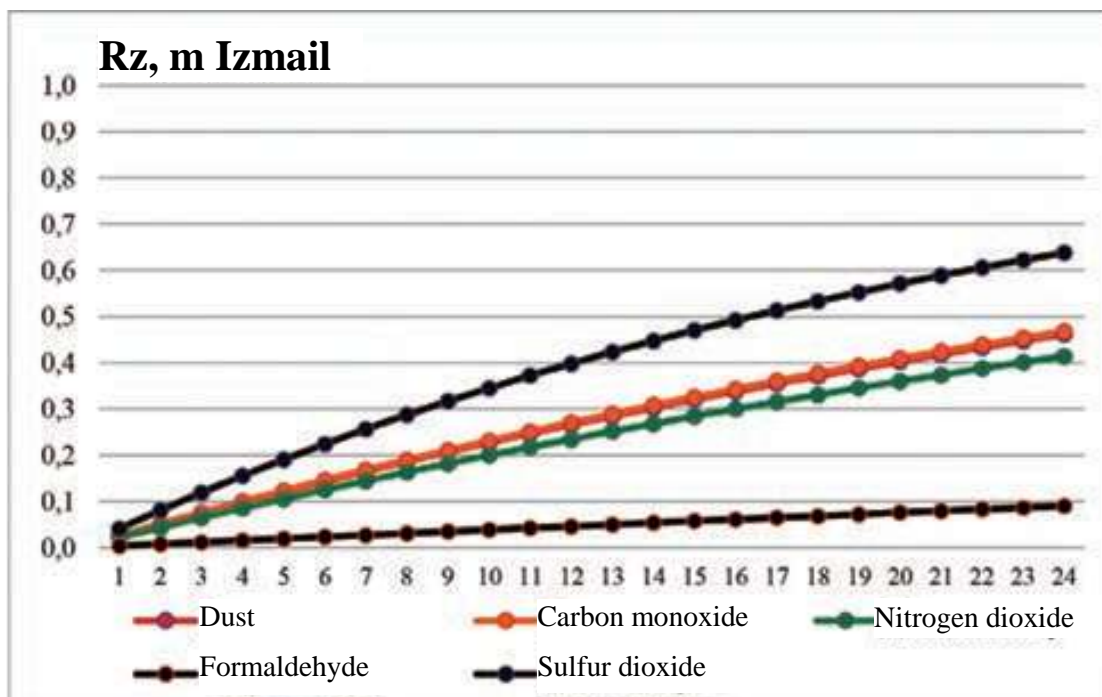


Figure 3.28 – Change in the carcinogenic risk of chronic intoxication depending on the time of exposure (Izmail, 2017)

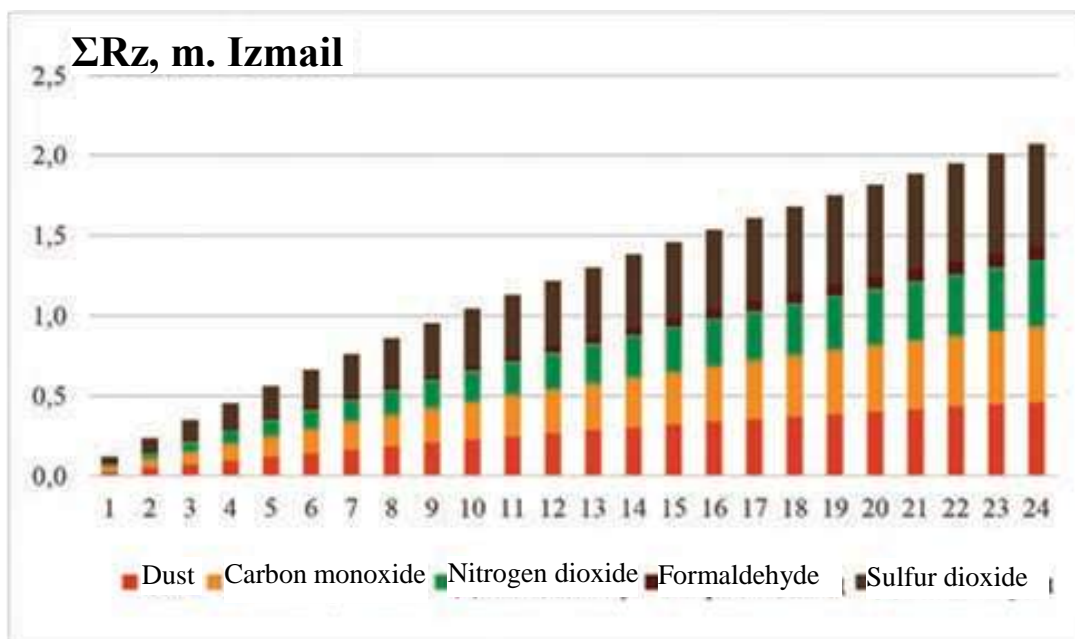


Figure 3.29 – Cumulative carcinogenic risk of chronic intoxication (Izmail, 2017)

By comparing the safe exposure time of a person in the open air with the existing complex of pollutants in it and the total carcinogenic risks of chronic intoxication depending on the exposure time, we establish that the safest conditions for being in the open air are characteristic of the city of

Izmail (9 hours), in Odessa - worse (3 hours).

Therefore, this gives every reason to assert that the situation with the health of the population in the city should be improved. Izmail, Reni and Ust-Dunaisk is possible by reducing the use of road transport and switching to more use of waterways.

### **3.8 Probable changes in the current state of the environment without carrying out the planned activity**

The main factors of anthropogenic load on the environment of the region include: enterprises of various sectors of the economy; agriculture, which belongs to one of the branches of the economy of the basin and is characterized by a high level of development; transverse constructions on small and medium-sized rivers prevent the free passage of water, sediments and the migration of hydrobionts, and also change the transit mode of rivers to an accumulation one.

Another cause of pollution can be emergency situations, but there have been no such incidents in recent years.

The main factors that negatively affect the natural morphology of the riverbeds in the Danube basin, their banks and floodplains are urbanization, flood protection, agriculture and shipping. As a result of these types of activities, the river in certain sections undergoes straightening, dredging, the banks are strengthened, the part of the floodplain adjacent to the channel is plowed up, and its natural vegetation changes.

The main types of anthropogenic pollution in the region are:

– pollution by organic substances. Their cause is an insufficient level of wastewater treatment or no treatment at all. Organic pollution can lead to significant changes in the oxygen balance of surface waters and, as a result, to changes in the species composition of hydrobionts or even their death. As a rule, the arrival of organic substances with wastewater is estimated by indirect indicators of BOC and COC;

– pollution by biogenic substances. The arrival of biogenic substances in surface waters is the driving force of eutrophication, which leads to an increase in primary production and accumulation of organic matter. Enrichment of water with nutrients that stimulate the development of autotrophic hydrobionts, as a result of which is an undesirable disturbance of the balance of organisms in the aquatic environment and a decrease in water quality. Among biogenic substances, compounds of phosphorus and nitrogen play a dominant role, in some cases iron, silicon, and molybdenum can have an influence. The main sources of income are untreated wastewater from municipal and industrial facilities. The widespread use of phosphorus-containing washing powders and detergents with insufficient wastewater treatment increases pollution by biogenic substances.

– hydromorphological changes. They are one of the main water-ecological problems that prevent the achievement of the environmental goals established and fixed in the PURB.

Hydromorphological changes, as a result of economic activity, affect the conditions of existence of aquatic communities. According to the State Agency of Water Resources of Ukraine, a significant part of the ponds in the region are in unsatisfactory technical condition. Most of them were built in 1960-1980 according to simplified project documentation. The dams are earthen, with loose slopes, many of them are washed away. The technical condition of water discharge structures usually does not meet modern requirements.

## **4 DESCRIPTION OF ENVIRONMENTAL FACTORS LIKELY TO BE AFFECTED BY THE PLANNED ACTIVITY AND ITS ALTERNATIVE OPTIONS, INCLUDING PUBLIC HEALTH**

Sources of environmental impacts of the planned activities can be:

- construction machines and mechanisms, watercraft and transit vessels (gaseous and aerosol emissions into the air, acoustic pollution, mechanical action, chemical pollution of water and increase in the content of suspended substances in water during dredging and storage of dredging soils);
- the morphometry of the arms and the area of the sea approach channel changed as a result of the planned activity (hydrological impact and hydrodynamic action).

At the same time, direct types of influence are divided into chemical, physical and mechanical. The indirect type of influence is biological (change in the conditions of life of hydrobiocenoses).

### **4.1 State of the fauna**

Possible **mediated** impact on the animal world due to impacts on abiotic environmental conditions.

When assessing the possible impacts of the reconstruction of the construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta" on the flora and fauna of the researches were mainly focused on the territories of the bilateral Biosphere Reserve of the Danube Delta (BRDD), one part of which is the Danube Biosphere Reserve (DBR) on the territory of Ukraine, and the other part is the nature protection territories of the Romanian part of the delta (which, according to the Romanian side, may be subject to the potential impact of DWNF).

As a result of the construction and operational works for clearing the bar of the Bystre mouth and deepening the channel of the Kiliya and Starostambulskyi arms, as well as due to the intensification of water transport traffic, the anthropogenic load will increase first of all on the biotopes adjacent to the DWNF Danube river - Black sea route, which within the territory of the DBR constitute a peculiar a complex caused by the diversity of landscapes and the transitional (ecotone) location between a large river and the Black Sea. The water ecosystems of the DBR are freshwater, and in the avandelta of the Kiliya arm there are also brackish water ecosystems that develop in watercourses, estuaries, numerous lakes and corners. The specific ecosystem of the coast is the contact zone of the Danube and the Black Sea, where with the huge water masses of the Danube, in addition to suspended and dissolved biogenic substances, from 100 to 200 thousand tons

of freshwater plankton and other organisms are carried annually, which die and settle to the bottom, creating reserves organic substances. This phenomenon is of decisive importance for the processes of forming the biological productivity of the north-western part of the Black Sea and the living resources of the Danube itself, with a transient way of reproduction of ichthyofauna populations (in particular, sturgeon fish and Danube herring).

Fauna of the Danube Delta is very rich and diverse. In the period 1991-1997, a total of 3,491 animal species were recorded in the Danube Delta, including 3,018 invertebrates and 473 vertebrates, including 325 bird species, 85 fish species, and 9 amphibian species. The freshwater ichthyofauna includes 78 species of fish (which is also confirmed by the data of 2009, 10 of which are long-distance migratory species (moving between the Black Sea and the Danube River or its delta), and 12 species are purely river migrants [1]. According to research in 2009, 318 species of migratory birds were recorded in the Romanian part of the BRDD, and 43 species of macrozoobenthos were observed in the shallow areas of the coast in front of the mouths of the Danube arms Sulina - St. George [1].

The results of a complex of studies carried out during the period from the beginning of works on the restoration of shipping in the Ukrainian part of the Danube Delta within the framework of the project "Arrangement of a deep-water navigation channel of the river Danube - Black Sea in the Ukrainian part of the delta", indicate the absence of significant cross-border impacts on **ichthyo-** and **avifauna**. Assessment of the effects of operational dredging and dumping on **feed base of fish** of the Danube coast also indicates their locality, which cannot be reflected in the general bioproductivity of the area and have a transboundary character.

***Results of studies of the species composition of mammals, herpeto- and batrachofauna of the DBR***

The results of the 2017 DBR monitoring confirmed the previous studies of the species composition **herpes** and **batrachofauna** DBR, namely the presence of 11 species of amphibians and 6 species of reptiles on the territory of the reserve and the absence of a significant direct impact of the operation of the DWNF Danube river - Black sea on the state of the population of amphibians and reptiles of the DBR fauna. [20] The main factor affecting the reproduction of batrachofauna during 2020 was the relatively low water level. The species composition and current protection status of batrachian and herpetofauna species of the DBR territories, located in the area of the Bystre mouth and Yermakiv island, confirmed the presence of previously described species of amphibians and reptiles (Kumka red-bellied *Bombina bombina*, Danube Triton - *Triturus dobrogicus*, European terrapin - (*Emys orbicularis*), their biotope distribution. It should be noted that during the conducted research, no significant direct impact of the operation of the DWNFDanube river - Black sea on the state of the populations of amphibians and reptiles of the DBR fauna was found. [2, 25]



Species composition **mammals** (wild boar, mink, otter, muskrat, hare, wild cat, etc.) in recent years has been at the level of 42 species (according to data from 2009 and 2017 [1, 20, 22]). Some of the representatives of this class of animals, which live on the territory of the DBR and have a very high or significant number of populations, are subject to protection at the national and international levels, at a time when they are threatened with destruction in many European countries. For example, according to research in 2022 [2], rare species such as *River otter - Lutra lutra* and *Steppe ferret – Mustela eversmannii*, and very rare species *European mink - Mustela lutreola* and *common monk seal – Monachus monachus*.

During the 2020 research, the available records of wary rare species in the immediate vicinity of the DWNF indicated a moderate level of disturbance to mammals from the navigable mouth, and in fact the new biotope that appeared in the littoral part of the delta after the construction of the granite dam may attract certain species of mammals, including those that have a protective status. It should be noted that no significant direct impact of the operation of the Danube - Black Sea DWNF on the state of mammal populations of the DBR fauna was detected during the conducted research. [3]

#### ***The results of ornithological research on the influence of DWNF***

The wetlands of the Kiliya Danube Delta are of international importance mainly as places of reproduction and mass gatherings of waterfowl. As of 2002, 257 species of birds (about 62% of the avifauna of Ukraine) were registered in this territory, of which 124 species nest in the Danube Delta. Migratory birds are the most numerous group - 196 species; a significant number is known for wintering - 129 species; 41 species were registered as volatile, 3 nomadic, and 8 migratory species. The leading place in the avifauna of the reserve is occupied by waterfowl and near-water birds, especially goslings (swans, geese, ducks), copepods (pelicans and cormorants), storks (herons and ibises), warblers (wagons and seagulls), among which the pink pelican (*Pelecanus onocrotalus*), spoonbill (*Platalea leucorodia*), grebe (*Plegadis falcinellus*), yellow heron (*Ardeola ralloides*), white-eyed kidney (*Aythya nyroca*), long-legged sandpiper, large and medium sandpipers and others. [4]

The absolute majority of birds known to the DBR have one or another conservation status, are subject to various international conservation conventions and agreements: 42 species of delta avifauna (about 16%) are included in the Red Book of Ukraine (1994) and the European Red List (1991); the Red Book of the International Union for Conservation of Nature (IUCN) includes: curly pelican (*Pelecanus crispus*), little cormorant (*Phalacrocorax pigmaeus*), red-billed coot (*Rufibrenta ruficollis*), white-tailed eagle and others. For some of them, such as the little cormorant, the Danube Delta is a key habitat on a global scale, for the curly pelican - on a European scale. [4]

In 2017, as part of monitoring works on the territory of the DBR a complete analysis of the species composition and status of birds in the area of the DWNF along the Bystre mouth was

carried out. As of December 2017, 276 species of birds (65% of the species composition of the avifauna of Ukraine) were recorded in the specified territory, of which 234 species are migratory, 17 – nomadic, 3 invasive, 142 wintering, 7 flying, 2 introduced, 116 nesting, 80 migratory, 55 summering, 38 resident. According to the received data, it happened *increase in the total number of bird species in recent years* on the territory of the DBR by 19 species, which indicates the absence of a negative impact of the creation and operation of the Danube river - Black sea DWNF on the biodiversity of avifauna as a whole, and the fluctuations in the status of the presence of birds in the area of the DWNF along the Bystre mouth indicate local impacts - both natural and anthropogenic ( including DWNF) character - for individual species. Also, in 2017, a new species was included in the fauna of the reserve - the Spanish rockfish *Oenanthe hispanica* (belongs to the subspecies *melanoleuca*), marked near the DWNF on mouth Bystre. [20, 21]

Of the four main areas of the reserve, the greatest variety of bird species is characteristic of *of the secondary delta of the Kiliya arm* (where the main colonies of cormorants, herons, and ibises are located, and in the shallow waters of the Kiliya Avandelta of the Danube there are seasonal gatherings of birds numbering more than 50 thousand individuals, among which the majority are migratory ducks), further in this series are *Stentsivsko-Zhebriyanska plains, Zhebriyanska ridge* and *island of Yermakiv*. Particularly valuable are the ornithological complexes of low coastal islands and forelands. In particular, south of the mouth of the Bystre arm at the end of the 20th century. arose *Ptashyna foreland*, where one of the two most important plover colonies in the reserve is located (nesting: magpie sandpipers (Red Book of Ukraine), terns (Red Book of Ukraine), terns and terns, laughing gulls, terns). In general, the number of land-nesting colonial birds in the coastal part of the delta in 2007-2008 remained almost at the same level and amounted to about 6,400 pairs. [1]

In terms of studying the impact of the hydrotechnical construction and operation of the Danube river - Black sea hydroelectric power plant on the colonial settlements of birds, in particular, on the Ptashyna foreland, it is important *determining the ratio of natural and artificially induced processes* [1].

1. It was established that over the past 3 decades in the Ukrainian part of the Danube Delta *the main places of colonial settlements of birds changed several times* (seaside foreland of Perebijna, Taranova, Potapova (Dalnia), Ptashyna and Nova Zemlia): on Potapova, Taranova and Ptashyna foreland, the reason for the disappearance of colonies was their connection with the main islands. At the same time, in the case of restoration of isolation, colonies on them were also restored, as was the case with Taranova foreland in 2007 and 2008. From Ptashyna foreland, the colonies moved to other territories - Nova Zemlya and Taranova foreland, located nearby. On the Perebinaya foreland, which has remained isolated for decades, the colonies disappeared as a result of its intensive overgrowth, which made it possible for a raccoon-like dog and, partly, a wild boar to live here. These mammals came to the spit mainly in the winter period on the ice.

2. On the Ptashyna foreland – a delta formation in the area of the mouth of the Bystre arm – in the years preceding the start of construction work on the sea access channel of the DWNF, there were one of the largest colonial nesting settlements of land-nesting birds in the Danube Delta, mainly yellow-legged martins and terns: river (*Sterna hirundo*) and ruffed grouse (*Thalasseus sandvicensis*). In 2004, the breeding success rate of colonial bird species on this spit dropped sharply (by 9-15 times), in particular, for the tern, the main colonial species of the coastal spits of the front edge of the delta, to 3-5% in 2004, against the usual 50- 70% in previous years, and for river tern (the second most numerous species) - up to 7-10% against the usual 60-80%. According to the conclusion from the act of inspecting the Ptashyna foreland, the most likely reason for the unsuccessful reproduction and subsequent change of the nesting place should be considered *storm phenomena*, which took place during the period of egg incubation - a natural factor that often leads to the destruction of nests on spits (as a result of which birds that nest in such biotopes have developed the ability to repeatedly lay eggs), but the effect cannot be completely excluded *of the disturbance factor caused by dredging works on the bar of the Bystre arm at a distance of 500 m from the spit*.

Starting from 2005, there was a gradual decrease in colonies, which completely disappeared in 2008. According to ornithologists, it is considered the reason for the disappearance of colonies *progressive shallowing of the water area between the main delta island of the Kuban and Ptashyna foreland*, which already from the winter of 2007-08 led to the availability of the spit territory for terrestrial predators (fox and raccoon dog) and wild boar, as a result of which the birds were forced to leave their traditional nesting places. At the same time, species of disperse-nesting waders, which are more tolerant of the presence of terrestrial predators, continue to nest on the foreland in normal numbers.

3. The results of the ornithological studies of the specialists of the DBR proved that in the spring period the coastal delta lands, including the area of the Bystre arm, are of little importance for migrating waterfowl and nesting birds (mainly Martin's (*Laridae*), partly - waders), which at this time adhere to inland water bodies, where there are the most optimal conditions for feeding. No changes in the number and location of birds during the spring migration period in the area of the DWNF, associated with the restoration of navigation on the Bystre arm, were observed.

4. One of the largest migratory routes of birds, which connects Europe, Asia and Africa, passes through the DBR zone, including the Bystre arm. The number of background waterfowl and near-water birds in post-nesting seasonal aggregations in the DBR varies widely from year to year, which is primarily related to climatic conditions, the presence or change of feeding areas, a factor of concern. As a result of the shallowing of the Bystre corner and its overgrowth with aquatic vegetation, the food base of some bird species has improved: in seasonal aggregations, the share of pelicans, herons and waders, especially mallards, increased (from 22.40% to 74.30%), and the sharp

decrease in the share of great cormorants in seasonal aggregations in the area of the Bystre arm is explained by the fact that recreational birds began to use it much more actively the territory of the spit of Nova Zemlya. Further shallowing of the Bystre corner and overgrowth with aquatic vegetation may lead to a decrease in suitable feeding places for a number of bird species. [1]

During the monitoring of avifauna in 2017, colonial settlements on the DWNF in Bystre and its surroundings (Ptashyna foreland, granite dam) were not found, as well as mass nesting on the Nova Zemlya foreland. The colonial settlement of ground-nesting species was noted, as in previous years, only on Taranova spit (at a distance of 15 km from the DWNF along the Bystre mouth). The most common nesting species was the red-billed tern *Thalasseus sandvicensis* (4,000 pairs), the number of which on the territory of the DBR was the highest in the last 17 years. On Yermakiv island in the colonial settlement of herons and little cormorants in 2017, 1 individual of the Egyptian heron was noted *Bubulcus ibis* - a species that was last seen in the Ukrainian part of the delta only in 1977. [20]

In August and September 2020, research was continued on the impact of the operation of the DWNF on the species composition and number of birds during autumn migrations on the territory of the Danube Biosphere Reserve. In total, the presence of 246 flightless and 99 migratory species was recorded on the territory of the DBR, including 237 and 72 species, respectively, in the DWNF area. [25]

Compared to previous years, the timing of migration and the species composition of birds have hardly changed. For the first time directly on the granite dam in the bar part of the Bystre mouth in September 2020, a mountain stream was observed *Motacilla cinerea*, which used to be found in this region in the winter period, which once again demonstrates that the granite dam acts as a certain refugium for a number of species during migrations where birds feed.

In 2020, certain biotope changes took place in the DWNF area as a result of low water and successional phenomena. This was reflected in the distribution and number of birds, primarily in the wetland complex. During research in September 2020 of the coastal part of the islands of Kubanskyi and Starostambulskyi, the territories of the meadows, which play an important role for birds, due to the low amount of precipitation and the low level of the Danube, unlike in previous years, were completely dry, so the birds of the wetland complex on this area was not marked. Compared to previous years, the number of birds on Yermakiv Island turned out to be smaller, because due to significant drying on this island, only the largest ponds and canals remained watered. [25]

On September 23, 2020, in the area of the bar part of the DWNF, in the shallow water areas formed along the southern part of the granite dam and the shallow water areas between the Ptashyna foreland and the island Kuban dominant species were whooper swans *Cygnus olor* (about 250 individuals), grey geese *Anser anser* (about 50 inhabitants), ice fields *Anas platyrhynchos* (about

100 inhabitants), the tea houses are large *Anas querquedula* (about 80 people), the chepurs are large *Ardea alba* (about 10 people).

Curly pelicans were noted in smaller numbers *Pelecanus crispus* (3 persons), pink pelicans *Pelecanus onocrotalus* (2 persons), quacks *Nycticorax nycticorax* (3 persons), red herons *Ardea purpurea* (2 persons), not different *Anas strepera* (about 20 people), pirnikose are large *Podiceps cristatus* (about 10 people). Large cormorants have traditionally been spotted on the dam itself *Phalacrocorax carbo* (about 300 people) who use the central part of the dam and its spire for recreation.

On the Ptashyna foreland, which is in contact with the sea, clusters of red-billed terns were noted *Thalasseus sandvicensis* and river *Sterna hirundo*, common martin *Larus ridibundus*, yellow-footed martin *Larus cachinnans* and mallard *Anas platyrhynchos*. Two young white-tailed eagles were also noted *Haliaeetus albicilla*.

No changes in the species composition were detected in the studied areas in the reed thickets and floodplain forest zones.

In the expert conclusions of the Commission's final report on the inquiry, it is stated that the significance of transboundary impacts on birds from loss of habitat in a number of points is dependent on changes in hydrological and morphodynamic impacts [5]. Since the in-depth modelling studies carried out do not provide grounds for statements about the probability of significant transboundary impacts of DWNF on the hydrology and morphodynamics of the delta, the corresponding transboundary impacts from the physical loss of bird habitats cannot be assessed as likely to be significant.

The results of an in-depth assessment of the cross-border aspects of the impact of the placement of soil dumps, dredging operations and the creation of coastal protection structures on bird fauna due to the loss of their habitats, taking into account the results of a complex of faunal studies carried out during the period from the beginning of works on the restoration of navigation in the Ukrainian part of the Danube Delta, proved the absence of a significant cross-border impact impacts on birdlife caused by dredging operations in the arms and the low probability of such impacts occurring in the future, taking into account the established seasonal and spatial restrictions on the implementation of such operations, as well as the refusal to use coastal dumps on Yermakiv island. Coastal dumps along the left bank of the Kiliyskyi arm, which remained for further use, are located in ecologically devalued areas outside the protected areas and cannot have a significant negative transboundary impact on bird fauna [5].

The expert of the Commission on the request recognized the impact of loss of habitats due to dredging on the bar of the Bystre arm as the most significant compared to other possible negative transboundary impacts on birds, especially for terns [5]. In order to study the impact of hydrotechnical construction and operation of the Danube river - Black sea hydroelectric power plant

on the colonial settlements of birds on the Ptashyna foreland, it is important to determine the ratio of natural and artificially induced processes of the foreland evolution.

Monitoring observations on the territory of the DBR showed that, as a result of the shallowing of Bystre Bay, the Ptashyna foreland became accessible to terrestrial predators and wild boars, as a result of which the colonial settlements of ground-nesting birds moved to the neighboring forelands - Taranova and Nova Zemlya. The analysis of retrospective data shows that in the Danube Delta there is a multi-year redistribution of colonial bird settlements in large areas, and over the past three decades in the Ukrainian part of the Danube Delta, the main places of multi-year colonial bird settlements have changed several times. The main reason for the disappearance of bird colonial settlements from one or another coastal spit is its connection with an adjacent island as a result of the natural development of the front edge of the delta. These data testify to the existence of processes of adaptation of the avifauna to influencing factors and changing environmental factors.

It is almost impossible to separate the impact of restoration and operation of the DWNF on the massive seasonal aggregations of birds and their wintering distribution from natural changes. According to the conclusions of DBR specialists, they are mainly due to natural factors (hydro-meteorological conditions of the year, changes in the configuration of seaside spits as a result of the natural development of the front edge of the delta, penetration of predators into nesting places, etc.).

Reports of monitoring works on the territory of the DBR indicate that Ptashyna island has lost its importance for breeding birds due to the destruction of nests by predators. According to the latest data, it was established that the colonial settlements on the DWNF in Bystre mouth, its surroundings (Ptashyna foreland) and mass nesting of ground-nesting species on the Nova Zemlya spit was not detected. Colonial settlements of ground-nesting species were noted only on Taranova foreland, located 15 km from the DWNF along the Bystre mouth. The largest number of species and the number of birds was noted at the beginning of the dam, at a distance of up to 100 m from the island part. This is due to the presence of shallow areas for feeding birds of the wetland complex and the presence of shrubby and grassy vegetation.

#### ***Impact on ichthyofauna, its composition, spawning conditions, industrial stocks***

Ichthyofauna of river Danube has a rich species composition. 89 species of fish belonging to 30 families were found in the delta area. Up to 40 species are found in industrial catches, but the basis of catches is 10-15 species. In addition to aboriginal species of partial fish, transient species such as sturgeon and Danube herring are present here for most of the year. The lower sections of the Danube are their migration routes to the spawning grounds, the larvae of these fish then passively jump down these sections to the sea. The spawning of larvae usually takes place from April to August, its maximum intensity is at the end of May - the beginning of June.

Fish is the most important element of the fauna of the Danube mouth. The significant size of

freshwater and brackish water areas, the favourable trophic conditions of the delta led to a high biological diversity and density of ichthyofauna. Fish stocks of the mouth of the Danube – one of the main natural resources of this region, an important object of economic activity – catch and processing [6].

The Danube Delta is a place of spawning and feeding of valuable species of fish, and migration routes of transitory and semi-transitory fish pass through it. At the beginning of the 2000s, in the Ukrainian part of the delta there were 2 species of roundmouths (subclass of lampreys (*Petromyzones*): Hungarian lamprey – *Lampetra danfordi* Regan and Ukrainian lamprey – *Lampetra mariae* Berg.) and 90 species of fish from 30 families [4, 17], including all types of fish from the European Red List (in particular, thorn and Atlantic sturgeon (from the sturgeon), Black Sea and Danube salmon (from the salmonid family), large and small chub (from the perch family), as well as umbra). These and 8 other species of fish are listed in the Red Book of Ukraine. Of the freshwater species, representatives of carp, perch and goby prevail.

The inquiry commission recognized the following impacts as incredibly significant transboundary impacts: the impact of an increase in the content of suspended solids on fish and the fish feed base, the impact of water quality deterioration, the impact of saltwater intrusion into the Bystre arm [5]. These conclusions coincide with the conclusions of the EIA, which were based on the results of forecasting the impact of dredging operations on the quality of river and sea water.

Close to this in essence is the separately highlighted by the Commission "the influence of the increase in the concentration of suspended substances downstream from the dredging sites on fish" [5]. This wording in the final list of impacts formed by the Commission on request [18] is assigned to two gradations immediately: "probably significant transboundary impacts" and "probable negative transboundary impacts, but insufficient information to judge their significance." Based on the above-mentioned results of additional studies on the distribution of suspended solids in the most sensitive to transboundary influence in channel sections of the DWNF and the fact that until now direct measurements have not recorded an increase in the concentration of suspended solids below the dredgers' work sites compared to the background values, this influence should be considered purely local, although this does not negate the expediency of its further study at the stage of post-project analysis.

Transboundary aspects of the impact on fish of an increase in the concentration of suspended solids downstream from the dredging site may include:

- in the impact on fish, an increase in the concentration of suspended substances directly in the water bodies entering the territory of Romania (*direct transboundary impact*);

- in suppressing the growth of young fish in the watercourses of the Ukrainian part of the Danube Delta, which will cause a general decrease in the Danube river - Black sea populations of migratory fish, and this will affect the state of these populations in the entire delta, including in the

Romanian part of the delta (*mediated transboundary impact*). [1]

The likely significant negative transboundary impacts on fish are attributed by the Commission to "long-term obstacles to the restoration of bottom areas disturbed for use by fish, which will be caused by repeated operational dredging works" [18] (this wording essentially corresponds to clause 5 of subsection 6.6 of the Commission's conclusions), the impact of morphological modifications, in particular, coastal fortification, which leads to the unification and degradation of living conditions, as well as the cumulative effect of an increase in suspended solids, loss and modification of habitats, and deterioration of water quality [5].

For the analysis of changes in the biological characteristics of fish under the conditions of construction and operation of facilities of the DWNF in Danube - Black Sea in the multi-year aspect, sturgeon and Black Sea-Azov herring were selected from the Danube fish complex.

The selection of Black Sea-Azov passage herring for the analysis of changes in the biological characteristics of fish under the conditions of construction and operation of DWNF facilities in Danube - Black Sea in the long-term aspect was due to the fact that, according to literature data and information about industrial catches in the Ukrainian part of the Danube, the Black Sea-Azov herring forms the basis of the catch (table. 4.1).

These tables show that the share of herring over the multi-year period averaged 60.4%. In addition, the data in the table show that significant variations in the herring catch were observed even before the start of operation of the DWNF Danube river - Black sea. Thus, in the period 1964-2001, the herring catch ranged from 98.5 to 578.1 tons, and in 2008-2017 - 98.5-434.1 v.

**Table 4.1. Herring catch in the Danube over a long period [9-12].**

<b>Years</b>	<b>1964</b>	<b>1965</b>	<b>1966</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Herring, t	578.1	625.2	383.1	120.0	135	417.9	369.3	434.1
In general, fish, i.e	785.1	833.0	679.0	200.5	241.1	582.3	575.8	624.6
Share of herring, %	73.6	75.1	56.4	60.0	56.0	71.8	64.1	69.5
<b>Years</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	
Herring, t	381.8	205.5	317.9	98.5	115.5	341.7	328.4	
In general, fish, i.e	552.5	354.2	411.6	245.8	241.1	477.1	472.5	
Share of herring, %	69.1	58.0	77.2	40.1	47.9	71.6	69.5	

The intensity of spawning migrations and the success of the Danube herring fishery in river Danube and the adjacent marine water area depend on a number of factors - the rate of water warming (the entry of herring into the river begins with an increase in the water temperature to 5-6°C), fluctuations in the water level in the river (an abnormally low water level delays the start of spring migration or leads to its reduction intensity), as well as water transparency (increased turbidity of river water in the spring can delay the start of migration). The relationship between the productivity of generations of Danube herring and solar activity can be explained by the periodic



improvement of the conditions of its reproduction in years of high water, since there is a correlation between Wolff numbers and the annual flow of the Danube [13]. In years with a high annual flow, the intensity of spring migrations of Danube herring, the duration of the flood and the spill area increase - all this contributes to the formation of generations with increased numbers.

According to the results of the analysis of the composition and size of the annual catches of Danube herring, the Odesa Centre of the Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (OdC PIVDENNIRO) obtained the following estimates of herring biomass in the Ukrainian sector of the Danube: in 1998-2000 and 2003-2004. - within 1000-1100 tons, in 2001-2002. - 500-890 t.

The condition of the Danube herring in 2009, according to the assessment of V. A. Shliakhov and L. V. Kryskevych, should be recognized as unfavourable [13]. According to Romanian researchers [14], even taking into account the adverse changes in some ecological indicators of the natural environment that have occurred over the past 25-30 years (decrease in the level of the Danube and pollution of the river water, which affects the level of reproduction of the Danube herring), the most important reason for the reduction its stocks are overfished precisely in the area of the Danube Delta [13]. Perhaps no less a contribution to the overexploitation of the Danube herring stocks belongs to the maritime industry of Turkey.

S. G. Bushuiev and S. Yu. Chernikov, on the basis of the analysis of literary data and his own research, established that there is no direct relationship between the scale of navigation on the river, the volume of dredging work and the size of commercial fish catches. Fish catches reached their maximum level in the 1980s, when the volume of dredging works on the river and the sea amounted to about 3 million tons annually. In the 1990s, industrial catches continued to decline, despite an almost complete cessation of dredging and a decrease in freight volumes. [15]

The relationship between the scale of navigation on the river, the volumes of operational dredging in the sea approach channel near the Bystre arm and the values of both the total commercial catches of fish and herring, **not established**.

### ***Sturgeon.***

Sturgeons were chosen for the analysis of changes in the biological characteristics of fish because their abundance and the number of species, which used to be extremely important as valuable fishing objects, have declined catastrophically in recent decades. This became the basis for taking appropriate measures for their protection - including the beluga in the Red Book of Ukraine in 1994 (*Huso huso*), sterlets (*Acipenser ruthenus*), Atlantic sturgeon (*Acipenser sturio*) and spike (*Acipenser nudiiventris*). Also, since 1996, a ban on commercial fishing of Russian sturgeon was introduced (*Acipenser gueldenstaedtii*) and stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*), with subsequent inclusion of these two species in the third edition of the Red Book of Ukraine in 2009. At present, all six species of sturgeon, which are part of the ichthyofauna of Ukraine, belong to rare and

endangered species protected by law.

In these conditions, studying the current state of sturgeon populations and taking measures to restore their numbers has, in the opinion of many ichthyologists, great environmental protection significance. At present, in Ukraine, the Danube remains the last river of the Black Sea basin, where natural sturgeon spawning has been preserved. Sturgeon stocking occurs throughout the Black Sea, after which they enter the Danube, passing through the territories of five countries during the spawning migration and ending their journey in the area of the Dzherdap-2 hydroelectric dam (864th km of the Danube), below which in a small area rivers are the main spawning grounds of these species. Romanian ichthyologists believe that part of the sturgeon is now being reproduced on the territory of Romania at the 54th mile of the Danube [7].

Poaching is considered the most important threatening factor for sturgeon species. The second place is given to the factor of catching in permitted fishing gear. At the same time, in modern conditions, poaching takes a hidden form under the guise of legal fishing with nets with a permitted mesh. The main problem is that fish, even small ones, are not released even when it is possible. At the same time, no information about catches is reported, and the requirements of the Red Book are ignored by many fishermen [8].

In 2007-2010, during the period of the herring harvest, the bycatch of sturgeon was estimated at 1 copy on average. per 1 ton of herring caught. The share of whitefish in these bycatch was 85-90%, sterlet - about 10%, sturgeon was caught in isolated cases. In general, the bycatch of sturgeon during the period of the herring poutine was estimated at the level of about 300-400 specimens, mainly stellate sturgeon. Approximately 200 more specimens of stellate sturgeon, most of which consisted of young specimens weighing about 3.5 kg, were caught while catching cyprinid fish in August - September. In general, the sterlet catch in the Ukrainian section of the river Danube is estimated at 1000 spec. per year, while 5 - 10 sexually mature beluga individuals are caught illegally every year [8].

The impact of dredging works on the bar of the Bystre arm and the enclosing dyke of the sea approach channel on the migration of sturgeon and herring was assessed by the Inquiry Commission as unlikely to have a significant transboundary impact, which, in the opinion of the Commission, also excludes a significant negative transboundary impact on commercial fishing [5]. This conclusion is consistent with the conclusions of the EIA. At the same time, in the final list of impacts formed by the Commission [18], "the impact on the migration of fish that pass by the dredging sites or by the areas changed as a result between the places of residence along the border" is classified as "probable negative transboundary impacts, but not enough information to judge their significance".

It is planned to continue the study of the impact of dumping on the benthic fauna in the area of the sea dump due to the increase in the concentration and distribution of suspended substances,

the loss of habitats and the destruction of organisms that are food for fish, since in the conclusions of the Commission on inquiry this impact is attributed to both incredibly significant impacts and to the gradation of "probable negative transboundary impacts, but insufficient information to judge their significance" [18].

### *Ichthyological monitoring.*

Ichthyological monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta is carried out within the framework of the activities of the joint monitoring point by the own forces of the ODC PIVDENNIRO and the Danube Biosphere Reserve (DBR). In general, the results of the ichthyological monitoring show that the works related to the DWNF do not significantly affect the bio-productivity of the area where they are carried out. This is confirmed, in particular, by data on the interannual dynamics of fish catch, which indicate the absence of a cumulative impact on fish resources during the period of operation of the DWNF.

The sea approach channel is located in the mixing zone of fresh river and sea waters, where unfavourable conditions for spawning of most native fish species are created. In this regard, the dredging operations taking place here do not have a significant impact on the reproduction of fish stocks. Minor damage (given the small area affected) can only be caused in the area of soil dumping and is not transboundary in nature. Thus, no significant impact of the works related to the activity of the DWNF on the state of the populations of migratory and migratory fish species has been established.

Ichthyological studies showed that the main impact of dredging, the creation of coastal protection structures, and the storage of soil during the restoration of DWNF can be **on the feed base of fish** and, to a lesser extent, on their **early youth**. However **benthic groups** recover quickly enough, and the effect of an increased amount of suspended substances on **zoo- and phytoplankton** can have only a local value, since planktonic communities are quite dynamic. [1]

The direct impact of soil development and dumping on ichthyofauna has been assessed by the specialists of the OdC PIVDNIRO as relatively insignificant, if these works are not carried out in spawning areas during the spawning period. Such places are located upstream from the top of the Danube Delta - that is, beyond the DWNF Danube river - Black sea route. [1]

The results of the already conducted studies prove that within the marine landfill there are areas with both the absence of macrozoobenthos and its significant development; such mosaicism should be considered a consequence of uneven dumping of soil within the landfill over time and relatively rapid recovery of benthos after dumping, due to which the impact of dumping on the development of benthos is local, has no signs of cumulation and cannot be considered as likely to be significant in a transboundary context.

According to the results of the ichthyological monitoring, in general, no significant impact of the works related to the restoration of the DWNF on the state of the populations of migratory and

native fish species was established. A decrease in the intensity of fishing in certain areas of the river due to shipping and dredging can also have a positive effect on the herring breeders. In general, restoration and operational works on the DWNF route, as well as navigation, do not exclude the possibility of using various sections of the shipping lane for fishing, as it was proven, in particular, in the past, when the Bystre arm was navigable.

In order to reduce the negative impact on the conditions of fish reproduction, it is advisable to carry out dredging in the sea part of the approach channel adjacent to the mouth of Bystre (the most salinized area) during the ban on fishing for flounder-turtle (May) and Azov-Black Sea mullet (end of August - beginning of September). [20]

According to the results of the ichthyological monitoring carried out in 2017 and in previous years, it was concluded that the dredging works related to the support of the DWNF had an impact on the ichthyofauna limited to the areas of the works and did not have a significant transboundary impact [20].

***Results of ichthyological monitoring in 2019-2020 during operation of the navigation fairway Danube river - Black sea*** [38, 88, 89]

Dredging works to restore the depths at the DWNF in the III quarter of 2020 were carried out partially during the effect of specialized spawning bans on fishing for Azov-Black Sea mullet in the Black Sea. In connection with the construction of dams, not only part of the spawning ground was lost, but also the flood decreased, which worsened the spawning conditions. At present, the spawning of participlial fish occurs mainly in the Kiliya mouth of the delta, where the bushes of soft aquatic vegetation, which are the spawning substrate of phytophilous fish species, are concentrated. Throughout the Ukrainian section of the river The Danube has small flooded meadows where carp, crucian carp, bream, zander and other fish species spawn. [25]

In recent years, the leading place in catches was occupied by Danube herring (30-40%), second place - crucian carp (35%). In addition to herring, catches included: bream (2%), carp (4.7%), zander, catfish, fish and herbivores (1-1.5% each), pike, whitefish, flatfish (up to 0.5%), crucian carp (about 9%) .

Dynamics of fishing in the river Danube shows that in 2019 (as of July 1) the catch amounted to 482.6 tons, which is almost 270% more than the catch in 2018 for the same period of time, and approximately at the level of 2014 and 2015. In 2020 (as of July 1) the catch amounted to 252.32 tons, which is almost 50% less than the 2019 catch for the same period of time and approximately at the level of 2014 and 2018. The most important industrial facility in Danube river is a Danube passage herring, compared to which the catch of other fish species is insignificant. In general, species of 5 families of partial species of fish were found in industrial and research catches: herring, carp, perch, sturgeon and catfish.

In March-April 2020, due to a small amount of precipitation in the winter-spring period, was

observed a decrease in the water level in the river Danube by 50-75 cm, which could affect the intensity of herring movement. The actual water level of the river Danube remained below the long-term average. The water level during the spawning period of the main industrial groups in the river was quite high, the spawning grounds were filled with water by 60-70%. [25]

At the beginning of June 2020, bycatch of young carp in the amount of up to 60% of the weight of the catch was recorded, as well as red book fish species: sturgeon - 1 copy 32 cm long; beluga - 1 copy 38 cm long; stellate sturgeon - 2 individuals 23 and 50 cm long. [25]

The degree of negative impact of dredging soil dumping on aquatic biological resources is determined, first of all, by the area of damage to bottom biocenoses and the volume of the dumped soil. Dumping of dredging soils should be carried out in a concentrated manner, which significantly reduces the area of damage to the bottom group. An analysis of the dredging regime of the DWNF "Danube - Black Sea" facilities in recent years has shown that, despite the reduction in the volume of work, the area of damage to bottom groups remains quite high.

Research conducted earlier showed that dredging does not have a negative effect on bottom biocenoses of adjacent areas and on their plankton complexes. The negative effect is expressed in the extraction together with the soil and backfilling during soil storage of benthic organisms, however, the species composition and partially the biomass of the zoobenthos after the end of the work is restored for some time.

The registered rate of restoration of benthos groups after dredging according to the data of foreign researchers (Nedwell S., Elliot M. et al., 1998 [17]) is:

- channel muddy soil - 6 months;
- lagoon muddy soil - up to 11 months;
- silty soil-sand - 18 months;
- sand-gravel - 2-3 years.

As before, in August-September 2020, up to 85% of the catches of juvenile flounder were dominated by sand goby and bleak. Of the industrial species, by-catch was primarily bream, whitefish, pikeperch and one- and two-year-old crucian carp. Of the rare species of fish listed in the Red Book of Ukraine and the European Red List, the spotted ruff was the most common - up to 18 specimens per drowning.

To the north of the dam of the mouth of the Bystre mouth, in catches of juvenile flounder, gloss flounder, turbot and sea dogs were found, and in mass - atherina - up to 65% in some drownings. This is due to the fact that the northern part of the dam is salty, unlike the southern part, which is completely desalinated by the powerful Bystre mouth. In the soft underwater vegetation widely distributed in this area, golden crucian carp was occasionally found - a once common species, which is already listed in the latest edition of the Red Book of Ukraine.

During the research in 2020, during fishing with drift nets, rare species of fish were not observed, in general, the decline of young sturgeon, traditional at that time, was very weak. In the by-catch of industrial nets, small two-year-old stellate sturgeon juveniles were only occasionally noted.

During the research period of 2020, due to the low water level and weak current in the river Danube, as in some previous years, the presence of a wedge of salty sea water was observed along the bottom of the Bystre mouth - from the bar part to 5-6 km. Together with sea water, the largest amount of anchovy (hamsa) entered the Bystre mouth, the number of which was very high in 2020, in the spring, up to 80 kg of this fish was caught with herring nets in separate drownings.

Due to the low water level in the river Danube in August - September 2020, there was a deterioration of ecological conditions for representatives of ichthyofauna, including rare ones, in the internal reservoirs of the Yermakiv island. Most of the internal reservoirs of the island became shallow, and fish - mainly silver crucian carp, crucian carp, bream - accumulated in the deepest parts of the island's reservoirs.

During the research period of 2020, there was no significant impact of the operation of the Danube river - Black sea DWNF on representatives of rare ichthyofauna in the research area. The impact of the consequences of direct shipping (pollution, wave breaking phenomena, etc.) was also not noted.

***Results of ichthyological monitoring in 2022 during the operation of the navigation fairway Danube river - Black sea [87]***

In-situ ichthyological studies during the implementation of monitoring works were carried out according to standard methods of hydrobiological and ichthyological studies adopted in the system of the State Fisheries Agency and the National Academy of Sciences of Ukraine. Due to wartime restrictions, the research was conducted in the area of Kiliyskyi mouth of the Danube 17-24 km.

Ichthyoplankton from shallow vessels is selected with an ichthyoplankton net, according to the "Methodical Guide to Collecting Fish Eggs, Larvae and Fry" (Rass, Casanova; 1966). Juveniles of passing species of fish are caught with the help of special small-mesh fishing tools: fry trawls, fry dragnets and small-mesh nets.

Research ichthyological fishing is carried out in accordance with the "Methodical instructions for estimating the number of fish in freshwater reservoirs" (VNIIPRH, 1990), Methods of collection and processing of ichthyological and hydrobiological materials (IRH, 1998), Methodical recommendations on the organization of inventory, evaluation, monitoring of wetlands of international importance and the compilation of an information description (2018) and are performed with static and floating nets, nets, and other tools.

Fish measurements were carried out according to standard research methods (Pravdyn,

1966; Collection methods..., 1998; Hydro-ecological methods..., 2006; Pryakhin, 2008). Identification of fish species was carried out in the field according to markers (Berg 1948-1949; Kottelat, Freyhof 2007). Biological analysis of caught fish was carried out according to classical ichthyological methods (Pravdin 1966; Pryakhin, Shkytsky 2008) according to the following parameters: total/commercial body length, individual weight, sex and stage of gonad maturity, degree of intestinal filling. The age of the fish was determined by scales and otoliths (Chugunova 1959).

As of the end of 2022, the DBR ichthyofauna included 107 species of fish belonging to 39 families. Only 19 species of 6 families have been recorded in industrial catches over the past ten years. In the course of research fishing of the IMB of the National Academy of Sciences in 2021-22, the presence of 45 species of fish belonging to 14 families was registered. Of these, there are 8 species listed in the Red Book of Ukraine (beluga, sevryuga, sterlet, russian sturgeon, marena, common elm, common chip, striped ruff), and 7 resident species (pilengas, Chinese sleeper, silver crucian carp, variegated and white carp, Amur bream, sunfish) (Table 4.2).

*Dynamics of WBR catch in the Danube River.* Dynamics of WBR catch in the Danube River is given in Table 4.3. During the 11 months of 2022, exceptionally low catches of almost all types of WBR were registered in the Danube. The total catch was 62.8 tons, which is 5 times lower than the long-term average and 8 times lower than last year. The main reason is fishing restrictions caused by the start of hostilities in February 2022. Fishing of aquatic bioresources has been allowed since April 20 only in certain sections of the river and only during daylight hours (Order of the Odesa Regional Military Administration No. 201/A-2022 dated April 19, 2022). In fact, half of the herring poutine period has been lost to fishing. Fishing is still prohibited on the most important waters, located 17 km below the Starostambulskyi mouth and the Ochakiv mouth.

The most important industrial object in the Danube River is the Danube passage herring. The catch of other types of fish against its background is insignificant. In 2022, the herring catch amounted to only 42.5 tons, which is nine times less than in the previous year 2021 (Table 4.4). During all the years of observation, only in the anomalous 1999, herring catches were lower.

*Danube herring* (a population of Black Sea-Azov herring - *Alosa immaculata*, which enters the Danube River for spawning) is almost the only passing fish species of the Azov-Black Sea basin that has not lost its industrial importance. Against the background of a general decline in herring stocks in the region, the state of the Danube population appears to be relatively prosperous.

**Table 4.2 - Species composition of fish in the lower part of the Danube River in 2021-2022.**

Family	Species	
Atherinidae	<i>Atherina pontica</i> (Eichwald, 1831)	Big-scale sand smelt
Goby	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Monkey goby
	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Round goby

Family	Species	
	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	Racer goby
	<i>Benthophilus nudus</i> (Berg, 1898)	Black Sea tadpole-goby
	<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	Ponticola kessleri
Loaches	<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	Spined loach
Syngnathoidei	<i>Syngnathus typhle</i> (L., 1758)	Sea pipefish
Gasterosteidae	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	Ukrainian stickleback
Odontobutidae	<i>Percottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	Chinese sleeper
Mullet	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Golden grey mullet
	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Flathead grey mullet
	<i>Planiliza haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	So-iuy mullet
Sunfishes	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Sun fish
Carp	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Common bream
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Common bleak
	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Bighead carp
	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Asp
	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	White bream
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Prussian carp
	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Eurasian carp
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Silver carp
	<i>Idus idus</i> (Linnaeus, 1758)	Leuciscus
	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	Common barbel
	<i>Petroleuciscus borysthenticus</i> (Kessler, 1859)	Black Sea chub
	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Stone moroko
	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	European bitterling
	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Common roach
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Common rudd
	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Vimba bream
<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	White-eye bream	
Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	Ruffe
	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758)	Schraetzer
	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	European perch
	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Zander
	<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766)	Zingel
Clupeidae	<i>Alosa immaculata (pontica)</i> (Bennet, 1835)	Pontic shad
	<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	Azov shad
	<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840)	Black Sea sprat
Siluridae	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Wels catfish
Pikes	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Northern pike
Sturgeons	<i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758)	Beluga
	<i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758)	Sterlet
	<i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771)	Starry sturgeon
	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (Brandt, 1833)	Russian sturgeon

However, *Alosa immaculata* is included in the lists of species protected by the Bern Convention and the IUCN Red Book. In Serbia, herring has been protected since 1993 according to



the Decree on the Protection of Natural Rarities, in Bulgaria it is listed in the new Red Book as a vulnerable species (VU).

Fishing for *Alosa immaculata* in the Danube River is traditionally carried out by the lower Danube countries - Romania, Ukraine and Bulgaria, in the Black Sea (along with other species of the genus *Alosa*) - by Romania, Ukraine, Bulgaria and Turkey. In the Ukrainian section of the Danube, herring is the most important object of fishing, its share in recent years accounts for about 70% of the total catch. Herring fishing occupies a prominent place among the types of economic activity of the population of the lower part of the river.

**Table 4.3 – Dynamics of fishing in the Danube River (t)**

Types of fish	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Common carp	19.5	31.2	30.7	39.3	35.1	44.62	37.52	40.2	39.5	2.8
Zander	3.9	5.73	4.73	9.7	9.3	5.16	8.53	5.8	3.1	0.6
Bream	8.0	6.84	6.80	10.4	12.7	10.1	9.1	13.3	10.1	3.46
Crucian carp	35.7	51.7	49.4	32.7	45.2	26.82	52.33	36.5	36.1	4.9
Catfish	4.6	8.4	8.04	10.5	9.2	7.0	9.75	7.5	5.7	1.0
Vimba bream	3.4	3.33	7.25	5.4	8.2	8.2	6.75	6.6	6.7	1.6
Northern pike	1.1	0.88	1.32	1.0	0.6	1.4	0.67	0.6	1.5	0.03
Aspius	2.6	1.51	2.18	2.1	1.3	1.0	1.61	1.7	0.6	0.1
Rudd	0.3	0.32	0.65	0.4	1.0	0.6	0.76	0.6	0.5	-
Roach	0.4	0.54	1.09	0.1	0.14	0.08	-	-	-	0.01
Blicca bjoerkna	1.2	6.64	2.13	1.6	1.8	1.34	1.47	2.7	1.0	0.07
Pelecus cultratus	0.03	-	0.05	-	0.003	-	-	-	0.03	-
Perch	0.1	0.07	0.47	0.03	0.06	0.003	-	-	-	-
Silver carp	12.2	28.5	8.68	16.3	9.5	11.09	25.88	18.02	15.1	5.25
Grass carp	0.11	0.98	0.23	-	-	0.03	0.18	0.1	-	0.06
Herring	317.9	98.5	115.5	341.7	328.35	126.6	393.4	197.1	385.8	42.5
So-iuy mullet	0.15	0.15	0.11	0.03	0.15	0.1	0.57	0.8	-	-
Mullets	0.36	0.53	1.89	5.8	9.9	10.2	1.11	17.7	15.7	0.4
Total	411.6	245.8	241.1	477.1	472.5	254.3	549.6	349.2	521.6	62.8

\*11 months

One of the important factors that determine the size of the Danube herring spawning stock is the water content of the Danube River and its individual mouths. The nature of the level rise and

increase in water consumption during the herring spawning period, which coincides with the spring flood, can stimulate the arrival of an additional number of herring adults from the reserve part of the population.

It is possible to judge the intensity of herring breeding activity in the Danube River mainly by the size of industrial catches. Herring catches in the Ukrainian section of the Danube vary from year to year, sometimes on a significant scale.

Size, mass and age characteristics of the Danube herring of the Danube River in 2022 are presented in Table 4.5.

As a rule, the spawning run is always started by large herring, over time, the linear dimensions of the spawning herring decrease, and at the end of the run, small fish close the run. Due to the fact that males mature at a younger age in greater numbers than females, their average size in the fishery is always smaller.

**Table 4.4 – Dynamics of herring catches in the Danube River**

Year	Catch (t)	Year	Catch (t)
1998	160.6	2011	381.8
1999	18.0	2012	205.5
2000	78.9	2013	317.9
2001	141.3	2014	98.5
2002	218.1	2015	115.5
2003	145.5	2016	341.7
2004	194.4	2017	328.4
2005	352.5	2018	126.6
2006	208.5	2019	393.4
2007	237.1	2020	197.0
2008	417.9	2021	385.8
2009	369.3	2022	42.5
2010	434.1		

The gradual decrease in body length in both sexes is due to the fact that small fish enter the Danube in mass later than large ones. Such a regularity is observed annually, but over the years the linear dimensions of the running herring do not remain at the same level. In each year, the average body length of a herring is different and depends on the degree of grazing, the ratio of sexes and the ratio of age groups of the spawning season.

**Table 4.5 – Size, mass and age characteristics of Danube herring, 2022**

Indexes	Age groups					
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Length, cm	<u>16.5-18.0</u> 17.3	<u>22.5-28</u> 25.3	<u>27.0-30.5</u> 28.7	<u>29.3-31.0</u> 30.0	<u>32.0</u> 32.0	-

Weight, g	<u>60-63</u> 61.5	<u>128-236</u> 196.8	<u>224-298</u> 269.3	<u>277-379</u> 320.9	<u>376</u> 376	-
n	2	18	39	9	1	-
%	2.9	26.1	56.5	14.0	1.5	-

In 2022, the intensity of herring spawning was low, which is due to the low water level of the Danube in the spring, as well as, possibly, the conduct of hostilities in the area of Zmiinyi Island and the Kiliya Delta of the Danube in March-June. The weak course of herring continued until the end of July. Fish entered the river sporadically in small shoals. During this period, significant variability of age and size-mass characteristics of herring was observed.

The main part of the spawning herd of Danube herring consists of three- to four-year-old individuals, fishing is based on catching mainly these two age groups, the number of which, depending on the number of replenishment, changes annually. In 2021, the basis of the fishery was three-year-old individuals (45.8%), the share of four-year-old individuals was 27.1%. And in 2022, 4-year-old individuals dominated - 56.5%, and the share of 3-year-olds was 26.1% (Table 4.5). It should be noted that both in 2021 and 2022, the sample for determining the age of herring was limited in size and characterizes the age composition of the spawning herd mainly in the second half of the season. In this regard, the obtained ratio of age groups is probably somewhat distorted.

Analysis of the dynamics of the average size and mass indicators of the Danube herring for the months of 2017-2022 shows that in 2022, the lowest degree of fattening of the Danube herring was observed according to the Fulton coefficient during the entire fishing season (April - July) (Table 4.6). Poor nutrition of breeders largely explains the weak intensity of herring spawning in 2022.

**Table 4.6 – Dynamics of the average size and mass indicators of Danube herring by months 2017-2022 (Kiliya Delta)**

Year	Month,	Average length, cm	Average weight, g	Coefficient of obesity, F	n
2017	April	27.7	278	1.31	425
	May	25.5	229	1.38	140
2018	March	27.8	280	1.30	51
	April	27.5	254	1.22	207
	June	26.3	241	1.32	76
2019	March	27.0	245	1.245	114
	April	26.4	234	1.27	76
	May	26.2	239	1.33	178
	June	24.7	224	1.49	180
	July	25.8	216	1.26	123
2021	March	29.0	295	1.21	15
	April	27.6	250	1.20	50
	May	26.4	230	1.25	119

Year	Month,	Average length, cm	Average weight, g	Coefficient of obesity, F	n
	June	24.3	212	1.48	24
	July	26.3	234	1.29	105
2022	April	27.7	254	1.20	19
	May	28.6	265	1.13	68
	June	27.1	252	1.27	19
	July	27.5	252	1.21	6

The Danube herring is characterized by a weak correspondence between the values of the operational stock and the total stock. A significant part of individuals of industrial size between the ages of 3 and 5 do not enter the river and are not caught during fishing of the spawning herd, and there are no data on their number. To predict the number of generations, it is not enough to calculate the industrial residue of that part of them that entered the river for spawning. For this, it is also necessary to have estimates of the size of the reserve of this generation, which did not participate in spawning. Changes in the size of this reserve, depending on natural conditions, largely determine the cyclicity of catches of Danube herring. Taking into account the entry into the fishery of the harvest generation of 2019 and the small generation of 2020, it can be predicted that in 2023 the size of the spawning stock and the size of the catch of Danube herring will correspond to the average annual values. It is clear that natural and anthropogenic factors can make significant adjustments to this forecast.

*Partial types of fish.* The most diverse in terms of species composition and the most numerous among commercial fish species is the carp family, which is represented in catches by five main species: carp, silver crucian carp, bream, carp, and white carp. In 2022, the collection of ichthyological material was limited almost exclusively to research catches, as access to commercial catches was difficult.

During the research period, carp were represented by different age groups: mainly three- and four-year-olds with a length of 33.0 to 44.0 cm, with an average weight of 892 and 2011 g, respectively, were found on floating nets with a mesh of 40-50 mm (Table 4.7). The length of the largest individual was 48.0 cm with a weight of 2,700 g. In 2022, carp took only the third place in the fishery in terms of catch among carp species of fish in the lower Danube (2.8 tons).

**Table 4.7 – Size, mass and age characteristics of the main partial commercial fish species in the lower reaches of the Danube in 2022.**

Spec.	Age							
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Industrial length, cm								
Vimba	-	<u>13.0</u> 13.0	<u>19.0-23.0</u> 22.0	<u>23.5-30.0</u> 26.6	<u>31.0</u> 31.0	-	-	-

Spec.	Age							
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Crucion carp	<u>6.7</u> 6.7	-	-	<u>17.0-20.0</u> 18.8	<u>21.0-23.0</u> 22.2	<u>24.5</u> 24.5	-	-
Common carp	-	<u>25.0</u> 25.0	<u>33.0-36.0</u> 34.5	<u>44.0</u> 44.0	<u>48.0</u> 48.0	-	-	-
Bream	<u>4.5-9.5</u> 6.7	<u>10.5-18.0</u> 13.9	<u>16.0-25.0</u> 21.3	<u>23.5-27.5</u> 25.5	<u>27.0-32.0</u> 28.2	<u>31.0-32.5</u> 31.8	-	-
Silver carp	-	<u>28.0-30.0</u> 29.3	<u>38.0-42.0</u> 40.5	<u>51.0-42.0</u> 51.5	<u>61.0</u> 61.0	-	-	-
Zander	<u>15.0-18.0</u> 16.5	<u>25.0-27.0</u> 26.2	<u>29.0</u> 29.0	<u>36.0</u> 36.0	-	-	-	-
Mass, g								
Vimba	-	<u>22</u> 22	<u>116-205</u> 168	<u>220-436</u> 313	<u>564-575</u> 570	-	-	-
Crucion carp	<u>10</u> 10	-	-	<u>185-273</u> 217	<u>280-347</u> 320	<u>493</u> 493	-	-
Common carp	-	<u>387</u> 387	<u>875-908</u> 892	<u>1900-2122</u> 2011	<u>2700</u> 2700	-	-	-
Bream	<u>1.6-18</u> 7.0	<u>19-143</u> 59	<u>98-280</u> 197	<u>253-463</u> 365	<u>393-686</u> 505	<u>683-750</u> 717	-	-
Silver carp	-	<u>383-400</u> 393	<u>1100-1600</u> 1307	<u>2100-2200</u> 2150	<u>3500</u> 3500	-	-	-
Zander	<u>32-70</u> 51	<u>175-188</u> 182	<u>258</u> 258	<u>550</u> 550	-	-	-	-

*Prussian carp* – the third industrial facility in the Danube River in terms of catch volume (4.9 tons in 2022). In the catches of industrial nets, it is represented by three age groups from four to six years old, with an average weight of 217 to 493 g and a length of 17-24.5 cm. The spread of Prussian carp in the Danube River and nearby reservoirs leads to the displacement of more valuable native carp species. In this regard, crucian crucian production is not limited either by the limit or by the forecast of the allowable catch.

*Bream* in scientific and research fishing is represented by six age groups - from this year to six-year-olds. In 2022, catches of 40-50 mm drift nets were dominated by two- to four-year-old individuals with a length of 11.0 to 27.5 cm, with an average weight of 59, 197, and 365 g, respectively. 64% of the total number of bream in catches consisted of individuals of non-commercial size (less than 24 cm). This indicates a good replenishment of its population and a possible increase in catches in 2023-24.

In 2022, *vimba* caught in scientific research fishing with 32 mm mesh nets were represented by three age groups: 2+, 3+ and 4+. The average industrial length of three-year-olds in the sample was 22.0 cm, four-year-olds – 26.6 cm. The average weight of these age groups was 168 g and 313 g, respectively. The length of the largest individual at the age of 4+ was 31.0 cm with a weight of 570 g.

In 2022, *silver carp* were represented in 32-70 mm mesh nets by age groups from 1+ to 4+.

Three-year-old individuals with an average length of 40.5 cm, with an average weight of 1308 g, prevailed. In 2022, carp occupied the second position in the composition of industrial catches (5.25 tons).

*Zander* is also one of the valuable industrial species in the lower Danube. However, the share of pike perch in catches in recent years is small and is about 2%. In research fishing, zander was represented by age groups from 0+ to 3+. The sample was dominated by 2-year-old individuals with a length of 26.2 with an average weight of 182 g. The length of the largest individual at the age of 3+ was 36.0 cm with a weight of 550 g.

In general, the catch of partial fish in the lower Danube in recent years has remained stable both in terms of species composition and the amount of catch at the level of 120-140 t/year. The sharp drop in catches in the current year is due to the effects of martial law-related fishing restrictions.

*Sturgeons.* The study of sturgeon fish in the Kiliya Delta of the Danube River in 2022 was conducted on the basis of the study of their bycatch in research fishing gear (floating nets with a mesh of 20-45 mm, fry beam trawl with a mesh of 10 mm).

In total, in 2022, 98 cases of bycatch of sturgeon juveniles with various fishing gear were registered: sterlet – 80, sevryuga – 11, sterlet and sevryuga hybrids – 4, beluga – 1, Russian sturgeon – 2. Sizes of Russian sturgeon caught (L – 34 and 44 cm) and the dates of their capture (late November-December) suggest their artificial origin, although no external markings were found. All sturgeon and juveniles of other fish species were released into the water alive after the measurements.

As in 2021, and in contrast to 2020, the bycatch in 2022 was completely dominated by sterlet - 81.7%. The share of seabream was 11.2%, and belugas - 1.0%, sturgeon - 2.0%, hybrids - 4.1%.

The exceptionally shallow water of the Danube in 2022 led to an extremely weak spawning stock of passing sturgeon fish and low efficiency of their spawning.

In 2022, apparently, only sterlet spawned relatively well. Favorable conditions for young graze in the area of the Kiliysky mouth near the town of Vylkove were formed in July, this area was used mainly by young sterlets. In 2022, the number of young sevryuga stingrays was slightly lower than the long-term average values. Beluga spawning success can be considered very weak. This should cause alarm, because the beluga spawning in the Danube was extremely unsuccessful in the two previous years as well.

Weak indicators of juvenile migration of sturgeon fish, the appearance of hybrids are due to the low number of spawners entering the Danube River for spawning, and indicate the depressed state of their populations. The situation with the reproduction of the Danube herd of Russian sturgeon can be assessed as the worst.

State of industrial reserves in NWBS

The current state of industrial bioresources in the northwestern part of the Black Sea is determined by the processes of water eutrophication and the consequences of the massive development of alien species - mnemiopsis and rapana. Catches of sprat, previously the most significant industrial object in the NWBS, have significantly decreased compared to the 2000s and now do not even reach 2,000 tons per year. On the other hand, rapana catches increased 56 times over the five years from 2014 to 2019. In recent years, after passing the peak of population, rapana catches began to decrease and in 2021 amounted to only 44% of the maximum. The share of other types of WBR in production was significantly lower. Catches of turbot flounder are determined by a strict catch limit and have remained relatively stable at 110-120 t/year in recent years.

Due to the hostilities, fishing by Ukrainian fishermen in the Black Sea in 2022 was practically not carried out. Coastal fishing was allowed only in certain areas, mainly without the use of watercraft. As a result, the volume of catches fell to extremely insignificant values. (Table 4.8).

Rapana and flounder were the most important industrial objects in the Danube area of the NWBS in recent years. Rapana mining is carried out by Khizhnyak dredges. Its fishing area is located north of the Danube Delta in Zhebryanskyi Bay and in the coastal zone from Katranka to Shagany. Fishing for other types of marine bioresources with nets, nets and pond seines is mainly carried out here. Taking into account the distance from the DWNF route and the prevailing currents, this area cannot experience any significant negative impact from the implementation of hydraulic engineering works for the operation of the shipping channel.

**Table 4.8 – Dynamics of Ukrainian catches by main industrial facilities in 2013-2022, tons**

Year	Sprat	Anchovy	Trachurus	Mullus	Scophthalmus	Rapana
2013	12866	35371	847.4	107	193.4	644.3
2014	2115	125	93.0	0.0	100.6	200
2015	2237	248	1.4	0.5	88.4	369
2016	1683	129	4.0	1.71	139.9	1060
2017	2159	31	15	3.0	110	1375
2018	1602.7	72.5	7.1	1.8	123.1	5562.0
2019	1369.6	68.8	11.6	3.3	112.9	11199.7
2020	1983.8	152.5	4.6	0.3	115.5	6305.1
2021	1731.7	170.1	10.1	0.4	116.0	4941.1
2022*	0	0.015	0	0	2.3	0.020

\*11 months

***Restrictions recommended for dredging during periods of specialized spawning bans on fishing.***

1. During the periods that partially coincide with spawning bans, operational dredging works should be carried out in the anthropogenically altered water areas of the sea approach channel of the Danube river - Black sea DWNF and the marine underwater dump on the NWBS (North-west part of Black Sea) adjacent to the Danube delta, which are characterized by a complex, sharply changing hydrological and hydrochemical regime. The work must be carried out according to a technological scheme aimed at minimizing the negative impact, and provide for a reduction in the areas and volumes of dredging during the period of spawning bans for valuable industrial species.

2. In order to reduce the negative impact on fish reproduction conditions, it is advisable to:

- during the ban on fishing for flounder (May) and Azov-Black Sea mullet (end of August - beginning of September), dredging should be carried out on the sea part of the approach channel adjacent to the mouth of Bystre (the most desalinated area);

- operation of the dump should be carried out in accordance with design solutions aimed at evenly filling the underwater dump at the recommended loading areas;

- limit dredging volumes during spawning periods, agreed in the justification for each specific species affected, to the minimum production quantities necessary to ensure the safety of navigation.

- in order to reduce technological losses during dredging and transportation of soil, envisage work without overflow with the discharge of settled clarified waters.

- in order to reduce the zone of negative influence of dredging works, by reducing the zone of dispersion of suspensions, during the period of adverse weather conditions (AWC), soil development is stopped.

- in order to assess the actual actual impact of works, their implementation should be accompanied by specialized monitoring studies.

The results of the ichthyological monitoring indicate that during the period of operation of the DWNF, in general, no significant impact of the works related to the restoration of the ship's course on the state of the populations of migratory and tributary fish species and on their spawning conditions has been established. It was established that, in general, the conditions for spawning of both freshwater and marine fish species in the area of dredging operations on the coast of the Bystre mouth and the dumping zone did not significantly deteriorate. Noise effects and increased water turbidity did not cause any noticeable effect on the passage of passing fish species and related industrial operations.

Navigation in the water area of the DWNF Danube river - Black sea contributes to the increase in the passage to the spawning grounds of the breeders of transitory fish species, primarily herring, which spawns in the Romanian-Bulgarian section of the river. This is due to the deepening of the bar part of the Bystre mouth, which allows the herring to make an unimpeded spawning migration from the sea to the estuary, regardless of weather conditions; also with the installation of



navigation signs in the river bed, which leads to a decrease in the number of places suitable for fishing; and also with the fact that fishing is stopped when ships pass through the channel part of the DWNF.

Conducted studies have shown that the impact of work on the restoration of DWNF directly on young fish is less than on the fodder base. The assessment of such an impact as local is confirmed, in particular, by data on the interannual dynamics of fish catch, which indicate the absence of a cumulative impact on fish resources during the period of operation of the DWNF. The sea approach channel is located in the zone of mixing of fresh river and sea waters, which creates unfavourable conditions for spawning of most native fish species. In this regard, the dredging operations taking place here do not affect the reproduction of fish stocks. Insignificant damage (considering the small area affected) may be caused to turbot and Black Sea mullet reproduction only in the area of soil dumping and is not of a transboundary nature.

Thus, the impacts of dredging and soil stockpiling during the restoration of the ichthyofauna on the ichthyofauna were of a local nature and consisted of the impact on the forage base of fish and, to a lesser extent, on their early juveniles. The local nature of the impact is determined by the fact that benthic groups recover quickly enough, and planktonic ones are quite dynamic.

The complex of mitigating measures envisaged by the project made it possible to prevent a significant transboundary cumulative impact of the Danube river - Black sea DWNF during the period of operation on fish and birds of the Danube Delta, subject to the adjustment of this complex at the stage of post-project analysis according to the results of systematic studies of the manifestations of cumulation of impacts.

The results of the analysis of the probable cumulative transboundary impact of shipping, loss of habitats and disturbance on the life of fish and birds of the Danube Delta proved that the set of environmental protection measures envisaged by the project allows to prevent a significant cross-border cumulative impact of DWNF during the period of exploitation on the life of fish and birds of the Danube Delta. It should be noted that no negative trends have been established in the dynamics of fish populations passing through the Bystre arm.

The results of a complex of faunal studies carried out in the period since the beginning of works on the restoration of navigation in the Ukrainian part of the Danube Delta indicate the absence of a significant transboundary impact on the ichthyo- and avifauna caused by the construction works, and a low probability of such impacts in the future, taking into account the established seasonal and spatial restrictions on carrying out such works, as well as the refusal to use coastal dumps on the Yermakiv island and channel underwater dumps in the Kiliya arm. [1]

Monitoring studies of groups *macrozoobenthos and phytophilic fauna* DBR in August and September 2020. [25] were carried out in the territories located in the zone of the Danube - Black Sea shipping route in the secondary delta of the Bystre Bay, the Bystre arm, on its bar part. 12 bottom samples and 9 samples of phytophilous fauna in different plant communities were selected. At the time of sampling, the water area in front of the dam was desalinated, but a pronounced hydrofront was visually observed. In several places, the dam sagged significantly, during storms salty water splashed into the inland water area. [25].

The main factors affecting the macrozoobenthos were hydrological, natural and anthropogenic, and climatic. The most active processes of delta formation took place on the bars of the Starostambulskyi, Vostochnyi and Nova Zemlya arms. On the island of Kuban, near the Vostochnyi branch, which is in the zone of influence of the channel, the beaches were cut almost to the coastal thickets of sea buckthorn, and on the Stambulskyi island, north of the dam, 15 to 25 m of beaches were washed away in a month.

In the Bystre arm, the shores are intensively eroded, first of all, in the areas of the greatest influence of the current core, cliffs with a sharp transition to the depths are formed. The strip along the shore vegetation, which usually forms belts in all arms and channels of the delta, has disappeared completely. The soil is a very dense grey silt.

The average number of macrozoobenthos in the bottom samples was 879 specimens/m<sup>2</sup>, biomass – 21.9 g/m<sup>2</sup>, which roughly corresponds to the average indicators for previous years. As before, the biomass remained high due to molluscs - 89.9%. By biomass, oligochaetes accounted for 2.0%, chironomid larvae - 4.1%, crustaceans - 4.0%. The most common types of molluscs were *Macrocolpia acicularis* (Ferussac, 1823), *Viviparus viviparus*, *Lithoglyphus naticoides* (G. Preiffer.). Crustaceans accounted for 6.1% in number, the largest number being amphipods *Dikerogammarus fluviatilis* (Martinov, 1819).

In samples of phytophilous fauna, the average number of all species was 1191 specimens/m<sup>2</sup>, biomass – 16.5 g/kg of raw plant weight. The largest biomass of invertebrates was recorded in thickets bean grower and was 70.0 g/kg, the lowest (0.6 g/kg) – in the thickets of the floating sedge. Molluscs accounted for 75.3% of the biomass, hamarids for 14.0% *Gammarus lacustris* (Sars, 1863), *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894), 7.1% of chironomid larvae, the least – 1.6% of non-chironomid dipteran larvae, dragonfly larvae and very small bugs *Micronecta griseola* from the Hreblyak family, about 2% - fish leech *Piscicola geometra* - a species that lives in highly oxygenated water bodies [25].

The main species of crustaceans that occurred in the bottom samples throughout the water area of the bar was *Pontogammarus maeoticus* (G. O. Sars). Closer to the exit to the sea, there were mysids (*Lymnomyia benedeni* (Chernavsky) and Godfather [25].

According to the results of field studies, it was established that *sections of the channel*

*where dredging and shore fortification work is concentrated* – namely, eroding cliffs and coastal slopes – undergo permanent reshaping under natural conditions, as a result of which *are characterized by quantitatively poorly developed macrozoobenthos and are not of great importance as places of food and habitat for fish and birds*. Therefore, damage to benthos communities and coastal biocenoses within these areas is probable even if the planned activity is abandoned (the "zero" option). Therefore, both natural and man-made damage to the specified sections of the channel cannot lead to significant negative effects on the ichthyo- and bird fauna, especially in the cross-border context[1].

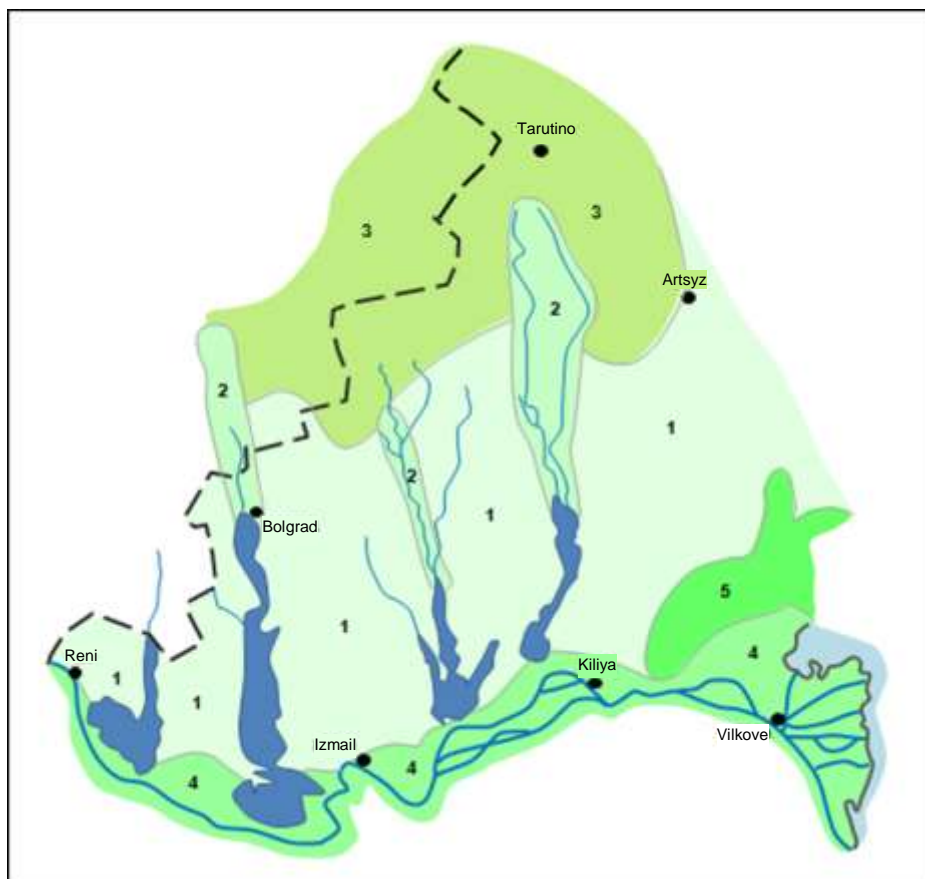
#### **4.2 Apartment flora**

Possible **mediated** impact on plant life due to impacts on abiotic environmental conditions.

The vegetation of the Danube region is typical of the steppe zone. Previously, steppes dominated the territory included in this zone. The forests here descended into river valleys and deep ravines (coombs). Currently, the steppes are plowed, and the area of forests has greatly decreased, and among the preserved natural vegetation, meadows and swamps (floods) predominate. A schematic map of the vegetation is presented in Figure 4.1.

According to researchers of the Ukrainian part of the Danube Delta of the late 20th and early 21st centuries. [19, 20] the peculiarity of the water areas of the Ukrainian section of the Danube and the Danube lakes is that the main dominant component of the natural ecosystems of the estuarine region and is a landscape-forming element of biota higher aquatic and coastal vegetation, which significantly affects all forms of life. Before the construction of the DWNF, higher aquatic vegetation was represented in the lower reaches of the Ukrainian part of the Danube by 158 species.

According to research data from 1991-1997, the flora of the Danube Delta included 1,615 plant species (about 1/3 of the total number of known species registered in the flora of Romania), among which about 70% are groups related to reeds, reeds and sedge bogs. In the Romanian part of the delta, local plant species continue to dominate, although significant areas have undergone significant changes as a result of large-scale hydraulic works related to the development of agriculture, fisheries and forestry. [1]



**Figure 4.1 – Map – scheme of vegetation of the Danube region**

Notations for Figure 4.1:

- |          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | - agricultural land on the site of fescue-bulbous steppes;  |
| <b>2</b> | - short floodplain salt marsh and salt marsh meadows;   |
| <b>3</b> | - agricultural land in place of forest-steppe;  |
| <b>4</b> | - Grass bogs and long-floodplain meadows of the Danube lower reaches;   |
| <b>5</b> | - wormwood-fescue steppes (with salt marsh wormwood) in combination with salt marshes and agricultural lands; |

According to 2009 data, flora The Danube Biosphere Reserve had 950 species of vascular plants belonging to 379 genera and 100 families. Various categories of rare and endangered plants included 134 plant species (14.1%), of which 16 are listed in the Red Book of Ukraine and 3 in the European Red List. [1] The largest number of red-book species and green-book groups is concentrated in the areas of the Zhebriyanska ridge and the extreme south of the DBR, while only 2 red-book species and 2 green-book groups were noted in the area of the Bystre arm, and their growth sites are widely distributed throughout the territory of the protected core. As of 2017, the flora of the Danube Biosphere Reserve (DBR) included 1,563 species, of which 28 species are

listed in the Red Book of Ukraine, and 10 species are listed in the European Red List [21]. Thus, there is a noticeable increase in plant biodiversity, including species that are protected, on the territory of the DBR and the Ukrainian part of the Danube Delta, which indicates the absence of a significant negative impact of the creation and operation of the DWNF Danube river - Black sea.

As of 2019, the flora of the DBR has 1,570 species. The distribution of plants is given in table 4.9.

**Table 4.9 – Number of plant species in the flora of the DBR**

<b>A systematic group of plants</b>	<b>Number of species</b>
<b>Higher plants</b>	
<b>Vascular plants</b>	
Angiosperms (flowers)	960
Gymnosperms	4
Fern-like	5
Horsetail and plauniform	8
Together vascular	977
<b>Non-vascular plants</b>	
Moss-like	2
Together with higher plants	979
<b>Lower plants</b>	
Lichens	27
Algae	525
<b>Mushrooms</b>	
Myxomycetes	6
Macromycetes	33
Together with lower plants and fungi	591
All higher and lower plants and mushrooms	1570

Higher vascular plants belong to 383 genera and 101 families. Almost half of the species (415 or 42.96%) occur quite often and in large numbers, 59 (6.11%) occur frequently, 345 (35.71%) occur sporadically (occur less often, but still in fairly large quantities) ), 137 (14.18%) - rare and with a small number, 10 (1.04%) - single (less than in ten locations).

The main part of the Kiliya delta, Stentsivsko-Zhebriyanska reed bed and partly island Yermakiv is occupied *tidal ecosystems*, represented mainly by low-mosaic areas with little

drainage, dominated by plant groups created by reeds, narrow-leaved cattails, lake reeds, and sharp-tipped sedges. The forest and shrub ecosystems of the floodplain landscapes of the reserve are represented by both natural groups and artificial willows of white, brittle, and three-stemmed willows, and along the seashore - blueberry, amorpha, tamarisk, and sea buckthorn. Meadow ecosystems (large sedges, small sedges, large reeds, small sedges, forbs, as well as saline meadows) in the Kiliya Delta are located on elevated areas, near-channel ridges, as well as on the outskirts of floodplains adjacent to coastal ridges, and are formed in the place of swamps and coastal waters groups that disappear due to the elevation of the relief caused by the annual accumulation of alluvium; a significant area is occupied by meadows on Yermakiv island. [1]

According to research by DBR specialists in 2004. [22] noted the negative impact of the construction of a hydroelectric dam along the Bystre estuary on certain species of rare and endangered plants (*Trapa natans*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Nymphoides peltata*, *Leucojum aestivum*). At the same time, the construction of the shipping channel has a positive effect on the formation of air-water vegetation communities, in particular, *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Salvinia natans* in areas of the delta with a slowing down of the flow due to a decrease in water content. In general, there were no significant changes in the structure of the vegetation cover in the area located closest to the construction works - the Ptashyna foreland.

Over the last decade, there have been certain changes in the composition of the vegetation of the research area, especially the aquatic type. A simplification of the structure of the phytocenoses of the investigated reservoirs was noted in recent years, which is probably related to the sharp fluctuation of the water level and its salinity during the growing season of plants. The construction of a protective dam in the bar part of the Bystre estuary leads to changes in the composition of sandy-littoral vegetation in the coastal part of Istanbul Island with an increase in the share of meadow species and common reeds, and on the coast - the formation of detrital-sandy vegetation with a predominance of ruderal species. [23]

Monitoring results of terrestrial and coastal ecosystems in relation to higher aquatic vegetation on the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR) as of 2014. [24] are listed in Table 4.10.

**Table 4.10 – Plant species of the Danube Biosphere Reserve listed in the Red Book of Ukraine, the European Red List and the list of the Berne Convention, and their distribution by territory [25]**

Kind	SZhRB	Ye.	ZhS	SDK M	BC	Protection category
1. <i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.	-	+	-	-	-	RBU, BC
2. <i>Alyssum savranicum</i> Andr.	-	-	+	-	-	RBU, ERL

Kind	SZhRB	Ye.	ZhS	SDK M	BC	Protection category
3. <i>Alyssum calycocarpum</i> Rupr.	-	-	+	-	-	ERL
4. <i>Sandstone zozii</i> Kleopov	-	-	+	-	-	ERL
5. <i>Astragalus borysthenticus</i> Klok.	-	-	+	-	-	RBU, ERL
6. <i>Astrodaucus littoralis</i> (Bieb.) Drude	-	-	+	-	-	RBU
7. <i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	-	-	+	-	-	RBU
8. <i>Claudius marcus</i> (L.) Pohl	+	-	+	-	-	RBU
9. <i>Crambe tataria</i> Sebeok.	-	-	+	-	-	RBU
10. <i>Dactylorhiza majalis</i> (Reichenb.) F. Hunt et Summerhayes	-	-	+	-	-	RBU
11. <i>Dianthus bessarabicus</i> Klok.	-	-	+	-	-	RBU, ERL
12. <i>Elytrigia stipifolia</i> (Czern. from Nevski) Nevski	-	-	+	-	-	RBU, ERL
13. <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz.	-	-	+	-	-	RBU
14. <i>Epipactis marshes</i> (L.) Crantz.	-	-	+	-	-	RBU
15. <i>Euphorbia paralias</i> L.	-	-	+	+	-	RBU
16. <i>Genista spintotia</i> L.	-	-	+	-	-	RBU
17. <i>Leucanthemella serotina</i> (L.) Tzvel.	-	-	-	+	-	RBU
16. <i>Leucojum summer</i> L.	-	+	-	+	-	RBU
17. <i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) O. Kuntze	-	+	+	+	-	RBU
18. <i>Ornithogalum oreoides</i> Zahar	-	-	-	-	+	RBU
19. <i>Orchis palustris</i> Jacq	-	-	+	+	-	RBU
20. <i>Rumex ucrainicus</i> Fish. ex explosives.	-	-	-	+	-	ERL
21. <i>Salvinia swimming</i> (L.) All	+	+	+	+	-	RBU, BC
22. <i>Senecio Borysthenticus</i> (DC.) Andrz.	-	-	+	-	-	ERL
23. <i>Stipa borysthenticus</i> Klok. ex Prokud.	-	-	+	-	-	RBU
24. <i>Stipe hairy</i> L.	-	-	-	-	+	RBU

Kind	SZhRB	Ye.	ZhS	SDK M	BC	Protection category
25. <i>Stipa Lessinga</i> Trin. and Rupr.	-	-	-	-	+	RBU
26. <i>Woodson's Sarmatian trachomatis</i>	-	-	+	-	-	RBU
27. <i>Tragopogon borysthenicus</i> Arlemcz.	-	-	+	-	-	ERL
28. <i>Tragopogon ucrainicus</i> Artemcz.	-	-	+	-	-	ERL
29. <i>Swimming trap</i> L. s. I.	-	+	-	+	-	RBU, BC
30. <i>Typha minima</i> Funck ex Hoppe	-	-	+	+	-	BC
31. <i>Utricularia minor</i> L.	-	-	-	+	-	RBU
32. <i>Sea eel</i> L. (Med.)	-	-	-	+	-	RBU
<b>In general, species</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	

**Note:** SZhRB – Stentsivsko-Zhebriyanska reed bed; Ye. – Yermakiv island; ZhS – Zhebriyanske strand; SDCM – secondary delta of the Kiliya mouth of the Danube; SR – upper reaches of the Sasyk reservoir; RBU - Red Book of Ukraine; ERL – European Red List; BC – Berne Convention

Monitoring studies on the territory of DBR in 2017. [21] indicate that the smallest number of flora species (18) was noted in the Bystre arm, and the highest - on the coastal spits (which are determined by the most valuable neoplasms) and in the remains of Vostochnyi Bay (54). The part of the Bystre Bay near the Vostochnyi mouth is the richest in aquatic plant species in the DWNF Danube river - Black sea region. Anankin Corner ranks second in terms of species richness (55.6% of the total number of aquatic and near-aquatic species).

In 2017, a new plant species entered into the Red Book of Ukraine was added to the flora of the reserve. – *Marsilea quadrifolia* L. (marsilia four-leaf fern), registered on the territory of the Romanian part of the "Danube Delta" biosphere reserve, and it was absent from the lists of the DBR until now, although according to oral reports it was found in the territory of the primary delta in the area of the Danube lake Kugurlui. [21]

In the territories located in the zone of the Danube - Black Sea shipping route in the secondary delta and on *Yermakiv Island* in the places where pulp was washed during dredging in 2004, in recent years there has been a replenishment of flora and an increase in biodiversity, especially in areas affected by human activities related to shipping: coastal forelands (Vostochna, Ptashyna) and maps of the alluvium of Yermakiv island. Monitoring observations of the distribution of species first discovered in Ukraine on the territory of the DBR showed a clear limitation of their habitats to the areas adjacent to the port of Ust-Dunaysk (*Chenopodium pumilio* R.Br., *Brachiactis ciliata* (Ledeb.) Ledeb.) and located near the islands that have experienced the destruction of vegetation due to dredging and dumping of pulp in the alluvium maps. The expansion of the areas



of these species in other alluvial areas was revealed. [21]

According to the data of DBR in 2017, the flora of Yermakiv island has 717 species of higher vascular plants, which is 74.15% of the reserve's flora. This is the third step after the Zhebriyanska range (909 species) and the secondary delta of the Kiliya mouth of the Danube (862 species) – both by the total number of species and by the number of rare ones listed in the Red Book of Ukraine (as of 2009), of which there are 5 species. Areas of alluvium maps on Yermakiv island, created during dredging operations at the top of the island, continue to be intensively overgrown with shrub vegetation. Vegetation, which is formed on the floodplain maps, differs in areas depending on the type of soil: areas of silty-sandy soil are quite overgrown and projective vegetation cover on them is from 60 to 90%, and areas with sandy soil remain with poorly developed vegetation of annual species. [21]

On *the island of Nova Zemlya* violent morphological changes took place: spit, which was formed in the previous winter season (closer to the island part), was washed away, in the inner part of the island near the isolated fresh water body, there are areas covered with vegetation with a projective cover of 90-100% – mainly of the Nettle family (*Xanthium*) – up to 60-65% of the vegetation, in second place is Siberian argusia *Argusia sibirica* (5-7%) and Black Sea mustard *Cakile euxina* (3-5%), other species are found singly and in patches – mainly the Lobodov family *Chenopodiaceae*, characteristic of seaside neoplasms. [21]

During research in 2020, overgrowth of semi-submerged macrophytes was noted on the bar part of the Bystre arm, on the southern side of about 15% of the shallowed water area: round leguminous plant (*Butomus umbellatus* L.), hedgehog heads (*Sparganium erectum* L.), between which there are curtains of rdesniks – floating (*Potamogeton natans*) and prickly-leaved (*Potamogeton perfoliatus*), naiads of the sea (*Najas marina*), ear of corn (*Myriophyllum spicatum* L.), water walnut (*Trapa natans* L.). Part – in quiet places not far from the coast – water was tightly covered with azole (*Azolla filiculoides* Lam.) and water fern (*Salvinia natans* (L.) All.), which was observed for the first time and is evidence of long-term desalination of the water area adjacent to the entrance to Bystre Bay and even its certain stagnation. The depth did not exceed 0.5 m, some areas of the bottom were covered with mats of green algae, partly – fresh gray silt in a layer from 0.01 to 0.1 m. [25]

On the spit near the mouth of Vostochnyi, a tropical species of cyperus, new to the territory of the reserve, was preserved – brown taste (*Cyperus fuskus* L.), which was registered in 2004. This species grows on the alluvial deposits of the inner part of the spit. Of the adventive species found in 2006-2007 *Eclipta prostrata* (L.) L. no longer had such powerful thickets as in the period of 2016-2018, a series of *Bidens frondosa*, which is an alien and appeared on the territory of the reserve in 2005. Cereal *Diplachne fascicularis* (Lam.) P. Beauv and quinoa small *Chenopodium pumilio* R.Br. were not found at all. Torulinium is fertile *Torulium ferax* (Rich.) Urb. (*Cyperus scented* L.)

occasionally occurred on spits in small quantities. [25]

Along the Bystre arm, on trees and bushes damaged during the spring fire (mainly white willow and amorphous willow), a species of plants new to the reserve was found. angular or hairy cucumber angular (*Sicyos angulatus* L.) from the Cucurbitaceae family – annual herbaceous liana, which is characterized by rapid growth (3 m per week, up to 30 m per season) and quickly conquers new territories. The Cucurbitacea family includes another inhabitant previously found on the territory of the reserve - the wild cucumber *Echinocytis lobata* (Mich.) Togg. et A. Gray, which is considered very aggressive in most countries, the areas at risk are shipping lanes, port areas, and vulnerable ecosystems. [25]

Invasive species are a major threat to the delta's biodiversity. The majority of adventive species are recorded on alluvial areas of seaside spits, along transport corridors and anthropogenically altered areas, namely on the island of Shabosh, map of the spit of Yermakiv island.

In general, in September-October 2020, the results of monitoring the state of the natural flora of the Danube Biosphere Reserve (DBR) and its changes indicated the synanthropization of the flora of the reserve, in particular, an increase in the number of adventive species, including quarantine ones. The main factors influencing the vegetation of the reserve were climatic, hydrological and anthropogenic. [25]

Vegetation changes during the construction of the 1st stage of the canal are mainly related to dredging operations, storage of soil (pulp), redistribution of water flow, and erosion of the banks under the influence of the small-tonnage fleet that serves the works at the Bystre mouth. [22, 25]

The main changes due to the impact of the construction of the DWNF were grouped according to the environmental protection zones of the DBR:

- *in a strictly guarded area:*

- a) changes in terrestrial ecosystems in the coastal zone;
- b) changes in the estuarine zones of the Danube arms;
- c) changes in coastal water bodies;

- *in the buffer zone:*

- a) changes in estuarine ecosystems as a result of changes in the hydrologic regime;
- b) under the influence of pulp storage. [22]

A conclusion was made regarding the increase in the areas of swamp and meadow-swamp types of vegetation due to the water bodies (corners) of the central and southern part of the front edge of the delta, the decrease in the area of aquatic vegetation in freshwater reservoirs and the increase in areas of brackish water. It is predicted that in the future the flora of the central part of the Ukrainian Danube Delta will be replenished with adventive species, and the areas occupied by rare plant species, especially *Trapa natans*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Nymphoides peltata*, will be

reduced. [22, 25]

### 4.3 State of biodiversity

During the planned activity it is possible **minor impact** on biodiversity, because for the entire time that works are being carried out on the creation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea biota adapted to an unstable hydrological situation - constant natural changes in water content, which are confirmed by field surveys [2].

The main factor in the formation and existence of biodiversity in the Kiliya arm is the change in the water level.

The level mode of the sleeve is characterized by sharp and continuous fluctuations throughout the year. In its annual course, a high spring-summer flood, autumn and winter flash floods, and a low summer and winter flood stand out. The spring flood is characterized by the highest levels, is observed almost every year (from March to July) and occurs in several waves that overlap one after the other. The summer-autumn low water season (occurs from July to November) is characterized by the lowest annual horizons. Sometimes low summer-autumn floods are observed, the peaks of which in low-water years (1972, 1974) exceeded the peaks of the spring flood. In the period from December to March, winter floods are observed, the peaks of which in some years (1942, 1985, etc.) may exceed the peaks of the spring flood. To a large extent, this is due to the formation of traffic jams, the cause of which are exceptionally high levels in the sea part of the delta (1925, 1946, 1967, 1998).

The long-term amplitude of level fluctuations is 3.04 m in the Kiliya basin (distance from the edge of the delta is 47 km), 2.39 m in the Vylkove basin (distance from the delta edge is 18 km), which connects the lower inner and sea deltas, and 2.09 m in the water area adjacent to the Black Sea delta. It should be noted that the amplitude of level fluctuations at the top of the sleeve (created by Reni, a distance of 136 km from the edge of the delta) is 6.26 m (maximum level 5.83 m, minimum - 0.43 m).

The level regime of the Kiliya arm has a certain influence of bending-shooting phenomena. Bending phenomena are caused by the action of winds in the western direction, and the wind in the eastern direction. The closer to the edge of the delta, the stronger is the outpouring of flexural phenomena. As the amount of river flow decreases, the distance within which the flow of sedimentary phenomena takes place increases. The largest surge was recorded on December 5-9, 1945, when the water level rise was 78 cm in the Vylkove area, 59 cm in Kiliya and 40 cm in Reni. At the same time, a number of islands in the sea part of the delta were flooded. When the wind changes, the rise can change with drift, as was observed on November 20, 1960, when the rise in the level of 45 cm was replaced by a fall of 75 cm. Thus, bending and bending phenomena significantly influence the formation of the level regime of the sleeve.

The wetlands of the Danube Delta are a unique ecosystem of pan-European importance and play a very important role in preserving the biodiversity of the region, the country and the world. The Bilateral Biosphere Reserve in the Danube Delta (BRDD) consists of nature conservation territories of the Romanian part of the delta and the Danube Biosphere Reserve (DBR) on the territory of Ukraine. A large amount of heat, water, and high soil fertility contribute to the development of rich vegetation, including moisture-loving vegetation that inhabits smooth banks of watercourses and reservoirs. At the same time, the animal population of floodplain ecotopes is characterized by poverty and significantly differs from the highly productive ecotopes of bays and the coast of the Danube Delta [19].

The territories of the Danube Biosphere Reserve, the system of Danube lakes and islands located in the mouth of river Danube, belong to the Emerald Network. In recent decades, a significant increase in biodiversity has been observed in the territory of the DBR and the Ukrainian part of the Danube Delta **the plant world**, including species that are protected, which indicates the absence of a significant negative impact of the creation and operation of the Danube river - Black sea DWNF. According to the results of the conducted research [21, 22], for the period from 2009 to 2017. number types of vascular plants increased from 950 (379 genera and 100 families) to 1563. At the same time, the number of species listed in the Red Book of Ukraine (from 16 in 2009 to 28 in 2017) and in the European Red List (from 3 to 10, respectively) increased.

In the territories located in the zone of the Danube - Black Sea shipping route in the secondary delta and on the Yermakiv island in places where the pulp was washed during dredging in 2004, in recent years there has been a replenishment of flora and an increase in biodiversity, especially in areas affected by human activity related to shipping: coastal forelands (Vostochna, Ptashyna) and maps of the alluvium of Yermakiv island. Monitoring observations of the distribution of species first discovered in Ukraine on the territory of the DBR showed a clear limitation of their habitats to the areas adjacent to the port of Ust-Dunaisk (*Chenopodium pumilio* R.Br., *Brachiactis ciliata* (Ledeb.) Ledeb.) and located near the islands that have experienced the destruction of vegetation due to dredging and dumping of pulp in the alluvium maps. The expansion of the areas of these species in other alluvial areas was revealed. [22]

According to the data obtained as part of monitoring works, on the territory of DBR there was an increase in the total number **species of birds** from 2002 to 2017, by 19 species (from 257 to 276), which indicates the absence of a negative impact of the creation and operation of the DWNF Danube river - Black sea on the biodiversity of avifauna as a whole, and fluctuations in the status of the presence of birds in the DWNF area along the Bystre mouth point to local impacts – both natural and anthropogenic (including DWNF) – on individual species. [4, 22]

In August and September 2020, studies were continued on the impact of the operation of the DWNF on the species composition and number of birds during autumn migrations in the territory of

the Danube Biosphere Reserve, according to which the species composition of birds and the timing of migration have almost not changed compared to previous years. [25]

The total number of ichthyofauna species in the Danube Delta increased from the early 2000s to 2022, from 89 to 107 species belonging to 30 and 39 families, respectively. In industrial catches at the beginning of the 21st century, up to 40 species were encountered, of which 10-15 species formed the basis of catches. In the last ten years, 19 species were recorded in commercial catches, and in research catches of the IMB of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2021-22 - 45 species of fish, of which 7 are resident species. [87]

The results of the 2017-2022 DBR monitoring confirmed previous studies of the species composition **herpes** and **batrachofauna** DBR and the absence of a significant direct impact of the operation of the Danube river - Black sea hydroelectric power station on the state of amphibian and reptile fauna populations [2, 25]. Species composition **mammals** in recent years has been at approximately the same level (about 42 species (according to data from 2009 and 2017 [1, 20, 22])). During the 2020 research, the available records of wary rare species in the immediate vicinity of the DWNF indicated a moderate level of disturbance to mammals from the navigable mouth, and in fact the new biotope that appeared in the littoral part of the delta after the construction of the granite dam may attract certain species of mammals, including those that have a protective status. [3]

It should be noted that no negative trends in dynamics have been established **fish populations**, passing through the Bystre arm. According to the results of the ichthyological monitoring, in general, no significant impact of the works related to the restoration of the DWNF on the state of the populations of migratory and native fish species was established. The negative impact of dredging on the herring fishery has been assessed as local by specialists of the OdC PIVDNIRO. In their opinion, the decrease in the intensity of fishing in certain sections of the river due to shipping and dredging works can have a positive effect on the herring breeders. In general, restoration and operational works on the DWNF route, as well as navigation, do not exclude the possibility of using various sections of the shipping lane for fishing, as it was proven, in particular, in the past, when the Bystre arm was navigable. [20, 21, 25]

#### ***Increasing biodiversity on the Yermakiv island.***

Analysis of space images of Yermakiv island during the summer months from 2000 to 2019, as well as a review of the collected information, showed that soil washing in 2004 caused damage to the island's ecosystem. Yermakiv local and short-term impact. Long-term studies of the Danube Biosphere Reserve show that the ecosystem of the island largely depends on natural factors.

In 2009, damming and irrigation was carried out on island Yermakiv with the aim of normalizing the natural hydrological regime and enriching biodiversity, as a result of which most of the island's territories returned to their natural state, the area of valuable habitats of amphibians and reptiles, spawning ponds for the reproduction of amphibians, rare and industrial ichthyofauna

increased dramatically. Already in the following year, there was a rapid positive response of all components of the island's ecosystem: mass reproduction of various species of fish, reptiles, amphibians, birds and mammals, many of which are rare and listed in the Red Book of Ukraine and various nature conservation lists, including international ones. [25]

In subsequent years, there was a recovery of rare plant species and groups on the one hand and a decrease in the share of adventive and ruderal species on the other, renewal and spread of populations of rare species listed in the Red and Green Books of Ukraine. In general, there is a rapid restoration of natural wetland ecosystems and the enrichment of the biodiversity of the island and the Danube Biosphere Reserve as a whole. Yermakiv Island is of great importance as an ecological corridor between the Ukrainian and Romanian parts of the "Danube Delta" biosphere transboundary reserve [25].

Thus, Yermakiv island is an example of a successful transformation of a disturbed ecosystem - vulnerable to negative impacts - into a more resistant one, including invasions of alien species, which is especially relevant at the present time, when many natural environments of Ukraine need restoration.

#### ***The influence of shipping on the introduction of alien species***

Disruption of the functioning of the Black Sea ecosystem since the 1970s contributed to the naturalization of a significant number of settlers [26]. If we trace the chronology of the introduction of alien species into the Black Sea, it is obvious that the intensity of their appearance increased after the 1960s by 2.5 times over a 20-year period, which coincides with the beginning of anthropogenic disturbance of the state of the marine ecosystem. After the introduction of ballast tanks, over the next twenty years, the number of naturalized alien species increased in the Black Sea by another 2.4 times, and from 2001 to 2010 - 1.25 times. In particular, the naturalization of a number of thermophilic species (including fish) that entered with currents or with ballast water was noted.

The above facts show that the increase in the invasive species of hydrobionts in the Black Sea water area was observed long before the construction and commissioning of the DWNF Danube river - Black sea.

It can be predicted that increasing the movement of ships in connection with the restoration of the DWNF will contribute to the activation of the migration of resident species, since The Danube is the second in terms of the size of a river in Europe with developed navigation, it is a major migration route for alien species and is considered both a southern invasion corridor from Ukraine to European countries and one of the powerful ways of penetration of alien species into Ukraine. It was within the Ukrainian part of the Danube that the largest number of alien species was found, since in in the water area of the Danube Biosphere Reserve (DBR), since the beginning of the bequest in 1967, monitoring work has been carried out to study the species composition of flora and fauna. A vivid example of the appearance of a species with a high invasive potential in the

composition of the Danube ichthyofauna is the invasion of the rotan-head rotan (*Perccottus glenii Dybowski*) [27].

In particular, populations of two resident species were found in the bar parts of all studied branches of the Danube Delta: Asian river corbicula *Corbicula fluminea* (O.F.Müller, 1774) and Wood's Chinese toothless *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), which are distributed in the arms, and in 2008 there was an increase in their number, and since 2010 – stabilization; in 2013, there was an increase in the population in the arms of the delta of a recent inhabitant - the bivalve mollusk Buh zebra mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*), which gradually squeezes out dreisen polymorphic. Among the macrozoobenthos, the alien species most significant for the ecosystem are also molluscs soft-shell clam (*Mya arenaria*), scapharka (*Scapharca inaequalis*), Dutch crabs (*Rhithropanopeus harrissi tridentata*) and shaggy-armed Chinese crab (*Eriocheir sinensis*), and a total of 19 species. [24, 28-31] In 2013, 2 species new to the fauna of the Danube Biosphere Reserve were recorded: a North American bryophyte *Pectinatella magnifica* and a bivalve mollusk *Barnea candida* [22]. The research carried out on the coast between the Bystre and Vostochno estuaries made it possible to discover two new for the fauna of the reserve, typically marine, species of fish - the common starfish (*Uranoscopus scaber L.*), and a very rare for Ukraine and even for the Black Sea species of the mating family - (*Sparus aurata L.*) [22].

An interesting result of herpetological monitoring studies during the restoration of the DWNF Danube river - Black sea in 2012 was the discovery of a new species of reptile for Ukraine - the common wall lizard (*Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)), introduced in the territory of the port of Reni, probably along with the cargo from the ships. [22]

In recent years, 6-7 new species of birds have been discovered for the Danube Biosphere Reserve every year. But in 2012, there were no colonial settlements of river tern and ruffed grouse on the Nova Zemlya spit, the possible reason for their absence being the appearance of a raccoon-like dog. It is assumed that in the future, a threat to the successful nesting of colonial ground-nesting bird species, as well as to some other species, may be the common jackal, which in recent years has been actively moving eastward from Romania, expanding its range due to climate warming. and on the territory of DBR it was officially registered in 2012. [20, 24, 30, 31].

No new resident species were found in 2020. Marine emissions were dominated by the mollusk inhabitant scapharka uneven or kuniarka (*Scapharca inaequalis*).

Over the past 20 years, across the river More than 20 adventive species entered the territory of the Danube delta in the Ukrainian part, and in general, the functioning of the Danube river - Black sea shipping channel along the Bystre mouth contributed to the appearance of more than ten species of higher vascular plants. Under existing conditions, further spread and increase in the number of synanthropic species in the central part of the territory of the DBR is predicted, especially invasive species. No less important in the appearance and spread of such species are the

migratory routes of birds through the Danube Delta and their large concentration on seaside neoplasms. It is noted that perhaps the appearance of new species of flora indicates climatic changes and, above all, general warming. But the fact that they are found on the maps of the floodplain and in the areas adjacent to the shipping route, where dredging works are carried out, indicates that their appearance is associated with anthropogenic activity and the absence of competitive relations with natural flora species in these areas. [22]

In general, during the complex ecological monitoring of the restoration and operation of the DWNF Danube - Black Sea in the period 2004 - 2020, single new species of plants, hydrobionts, bird fauna, and reptiles were discovered, the quantitative development of which was generally characterized as insignificant and having no significant impact on delta ecosystems.

The results of studies carried out according to the Methodology of model studies show the lack of significant impact of the construction and operation of DWNF on the biodiversity of the Ukrainian part of the Danube Delta - namely, the lack of danger of loss of water areas used by fish for spawning and development of young, and by birds - for nesting and feeding the influence of the construction and operation of the sea approach channel on the distribution of water consumption between the Bystre and Starostambulskyi arms. The results obtained using a one-dimensional model of flow distribution in the river network of the Danube delta and a two-dimensional model of the hydraulic regime of the river network of the delta and coastal sea water areas on unstructured grids, are in good agreement with each other and testify that the construction of the DWNF can cause minor changes in the hydrological regime of the Starostambulskyi arm and the branches of Tsyganka and Musura flowing from it: a slight decrease in water consumption in the Starostambulskyi arm with a maximum value of up to 1% of water consumption during a flood at maximum water consumption; the water level in the Starostambulskyi arm below the fork can decrease by a maximum of less than 1 cm during a flood. On the basis of the obtained data, a reasonable conclusion was made regarding the absence of likely significant hydrological transboundary impacts of the DWNF Danube river - Black sea and related impacts on biodiversity. [1]

When comparing the data on the qualitative composition of representatives of the main ecological groups of the flora and fauna of the Ukrainian part of the Danube Delta, certain fluctuations are noted, which are associated with both natural and anthropogenic factors, including the local effects of the construction of the DWNF Danube - Black Sea, as well as with the conditions and quantity conducted studies, but, taking into account the change of biotopes of individual areas and the redistribution of habitats of some representatives of flora and fauna, no significant impact of the creation and operation of the DWNF on the biodiversity of the study area was noted.



#### 4.4 State of ground

Possible impact on soils at the sites of coastal hydraulic dumps; areas adjacent to the arms of the delta, where changes in the water regime of soils are likely.

The expected impact of the implementation of the planned activity on deepening the channel of the Kiliya arm will have a positive impact on the soil due to:

- prevention of groundwater flooding;
- bringing the ground water level regime to natural limits during the summer low season.

Negative impacts will not occur as a result of planned activities.

The main features of soil cover formation in the Danube Delta are as follows:

- 1) the variety of landforms, the abundance of moisture and the changing mode of land flooding determine a very large variety of soil types and the mosaic nature of their distribution;
- 2) the most favourable conditions for the formation of the soil cover are on natural riverine ridges (banks) and elevated parts of the delta;
- 3) abundant vegetation serves as sources of soil enrichment with humus and organic matter.

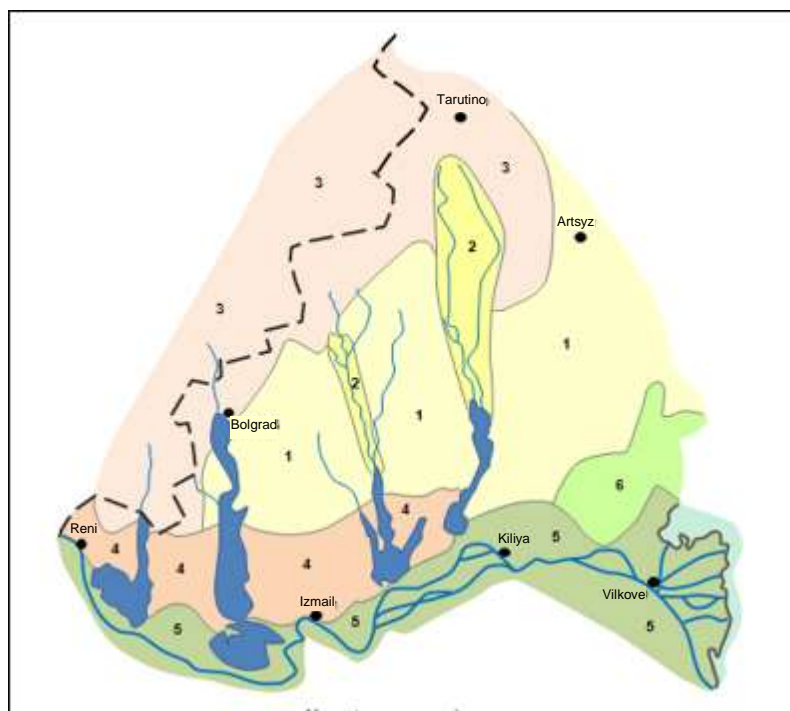
The main soils of the Danube terrace plain are southern black soils with little humus, micellar-carbonate, which are on medium loamy loess rocks (Fig. 4.2). Low terraces are characterized by meadow black soils and deep saline black soils. All of them are highly fertile, however, due to frequent droughts, crops are unstable.

Black soils were formed under the conditions of sedge - sedge and sagebrush - sedge - sedge vegetation in combination with some annual and biennial grasses. They are distinguished by high biological activity, which contributes to the mineralization of organic matter, good expressiveness and a strong "coprogenic" structure, high porosity (up to 50 - 53%) and good water permeability (filtration coefficients - 1.5 - 3.5 mm/min.)

From north to south, the thickness of the humus horizon H+Hp and humus in the upper horizon gradually decreases. To the south, the powerful varieties of ordinary black soils are replaced by moderately powerful (H+Hp=65-85 cm) and low-power (H+Hp < 65 cm) low-humus soils. In the latter case, the humus content is about 3%, i.e. at the level of the transition to low-humus varieties. Southern black soils in almost the entire territory of the region are weak and weakly humus-rich, since the humus content in the upper H horizon here is less than 3%.

The black soils of the district are characterized, in general, by an unsatisfactory regime of nutrition. The content of plant-available mineral forms of nitrogen, phosphorus, and potassium is at the level of low-medium availability. The low level of soil nutrient supply is explained, on the one hand, by the specificity of the black soils of this region of Ukraine (their granulometric and mineral composition, high carbonation, low humus content), and on the other hand, by the unsatisfactory level of use of organic and mineral fertilizers.

The low degree of humus content of the soils of this region, alkalinity from the carbonates of the upper part of the profile cause their low buffer capacity. They are quite easily involved in degradation processes, react very sensitively to the quality of irrigation water.



**Figure 4.2 – Map – soil diagram of the Danube region**

Notations for Figure 4.2

- |          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | - southern heavy loamy and clayey black soils;   |
| <b>2</b> | - meadow chloride-sulphate saline soils and salt marshes;  |
| <b>3</b> | - ordinary low-humus heavy loamy black soils in combination with medium- and highly leached soils; |
| <b>4</b> | - dark chestnut non-saline medium loamy soils;   |
| <b>5</b> | - peat-bog soils and peat bogs;  |
| <b>6</b> | - southern saline heavy loamy black soils.   |

#### **4.5 State of the water environment**

Study of the chemical regime and quality of water in the river. The Danube is of practical interest and is very important in the context of the planned construction - implementation of dredging works in the Kiliya arm.

Possible sources of impact on the aquatic environment are places of damage to the bottom surface during dredging, reconstruction of the dam, and underwater storage of soil; sections of the

Danube delta where there is a probable change in the hydrological and hydrodynamic regime as a result of construction works and the passage of ships; places of entry of suspended and dissolved pollutants into the water during the movement of dredging soils, as well as in cases of violations of the operating regime of vessels and accidents.

#### 4.5.1 Arrays of surface waters

To analyse multi-year variability *hydrochemical regime of the river Danube* analysed observational data of the Danube Basin Water Resources Administration [61]. State of pollution and water quality of the Danube River at the observation point of Cell and reveal patterns of changes in the content of specific toxic substances [62] in time and by phases of the water regime were evaluated based on the results of observations at the stationary hydrological point of the Danube River - Kiliya (and also, to a lesser extent, Danube - Vylkove) (table 4.11) in the system of the State Hydrometeorological Service of Ukraine during 1950-2010 and the studies of P.S. Lozovitsky, given in [64-67].

**Table 4.11 – Arithmetic average content of specific indicators of toxic action in the water of the Danube in different phases of the water regime, mg/dm<sup>3</sup>**

<b>Ingredients</b>	<b>Winter border</b>	<b>Spring tide</b>	<b>Summer border</b>	<b>MPC for fisheries purposes</b>	<b>MPC for economic and household purpose</b>	<b>The limit of the 3rd category of environmental assessment</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
NP	0.1207	0.1039	0.1358	<b>0.05</b>	<b>0.3</b>	<b>0.05</b>
synthetic surfactants	0.0290	0.0369	0.0274	<b>0.2</b>	-	<b>0.02</b>
Phenols	0.0056	0.0070	0.0060	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>
Fluorides	0.2806	0.2913	0.2364	-	-	<b>0.1-0.15</b>
Cu <sup>2+</sup>	0.0116	0.0131	0.047	<b>0.001</b>	<b>1.0</b>	<b>0.002</b>
Zn <sup>2+</sup>	0.0506	0.0765	0.0509	<b>0.001</b>	<b>1.0</b>	<b>0.02</b>
Fe, common	0.234	0.4031	0.1962	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>
Cr <sup>6+</sup>	0.0031	0.0031	0.0030	<b>0.001</b>	<b>0.05</b>	<b>0.005</b>
Mn <sup>2+</sup>	0.0415	0.0475	0.0419	<b>0.01</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>
In <sup>2+</sup>	0.0147	0.0114	0.0155	<b>0.01</b>	<b>0.1</b>	<b>0.01</b>
Co <sup>2+</sup>	0.0026	0.0306	0.0034			
Al <sup>3+</sup>	0.0088	0.0098	0.0061			
Cd <sup>2+</sup>	0.0003	0.0012	0.0002	<b>0.005</b>	<b>0.002</b>	<b>0.0002</b>

Hg <sup>2+</sup>	0	0.00004	0.000038		<b>0.001</b>	<b>0.0002</b>
Pb <sup>2+</sup>	0.0109	0.0044	0.0049	<b>0.1</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>
Sn <sup>3+</sup>	0	0	0.0390			

The Ukrainian section of the Danube River is located between the mouth of the last tributary of the Danube (river Prut) and the Black Sea. Neither the Prut nor the Black Sea have a significant influence on water mineralization in the Reni–Vylkove section. The mineralization of Danube water varies throughout the year in the range from 230.0 to 350.0–400.0 mg/dm<sup>3</sup>. that is, the water in the river belongs to the 1st class - "fresh", "hypohaline waters" (salinity 0.2-0.5 ‰) of the hydrocarbonate class and is moderately hard. The content of chlorine ions rarely exceeds 0.02 ‰. The main factor determining the salinity of the Danube in the lower part is the hydrological regime.

The increase in the water flow of the river, which occurs in the warm season, is due to the arrival of low-mineralized (mainly melt and rain) water from above; in the cold season, the inflow of such water decreases significantly, which causes an increase in water mineralization.

The inflow of salty sea water to the mouth of the Danube is insignificant, which is the result of the high flow of the river. Although sudden rises in the level in the lower Danube are not very frequent, they sometimes reach significant sizes and are found at a great distance from the mouth of the river.

In general, the quality of water in river Danube according to the criterion of mineralization belongs to the 1st quality class ("hypo- and oligohaline"), however, according to the content of dissolved organic compounds (COC, BOC), manganese, phenols, it partially or completely does not meet the quality standards of water.

According to the classification of O.A. Alokin, Danube water belongs to the hydrocarbonate class of the calcium group ( $C^{Ca}$ ). The hardness of Danube water varies from 2.6 to 6.2 mmol/dm<sup>3</sup>, that is, it is moderately rigid [65].

The concentrations of individual ions of the Danube water vary within (mg/dm<sup>3</sup>): Ca<sup>2+</sup> - 40.0–60.0 (up to 75.0 in winter); Mg<sup>2+</sup> -5.0–20.0; Na<sup>+</sup>K<sup>-</sup> from 5.0 to 20.0–25.0; Cl<sup>-</sup> from 10.0 to 25.0–30.0; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – from 15.0 to 3.05–40.0 and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 140.0–200.0 (up to 245.0 in winter). There are usually no carbonate ions in Danube water.

The oxygen content in the Danube water ranges from 8.0 to 12.0 mg/dm<sup>3</sup>, which corresponds to 75.0–95.0% saturation. In the cold season, its concentration is higher. The pH value in the lower Danube is 7.6–8.4. The narrow limits of fluctuation of water saturation with oxygen and low pH values of water indicate a low intensity of photosynthesis processes in Danube water, which is due to the weak development of phytoplankton. According to hydrobiological studies, the reason is the high speed of water flow and its turbidity [68].

The content of biogenic elements in Danube water varies ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ): ammonium nitrogen – 0.02–0.6; nitrites – 0–0.03; nitrates – 0.1–1.0; phosphates – 0.01–0.1–0.2; silicon - 1.0–2.0–6.0–8.0.

The ion flow of the Danube, calculated for the average water content of the year for the point of Reni [16], is (thousand tons):  $\text{Ca}^{2+}$  – 10231.0;  $\text{Mg}^{2+}$  – 2152.0;  $\text{Na}^{++}$   $\text{K}^{+}$  – 2578.0;  $\text{Cl}^{-}$  – 3268.0;  $\text{SO}_4^{2-}$  – 5562.0;  $\text{HCO}_3^{-}$  – 35586.0; the sum of ions is 59377.0 (including 39347.0 for the Kiliya mouth).

Flow of biogenic substances from the Danube (thousand tons):  $\text{NH}_4^{+}$  – 44.0 - 53.0;  $\text{NO}_2^{-}$  – 2.19;  $\text{NO}_3^{-}$  – 95.05;  $\text{PO}_4^{2-}$  – 12.64; Si – 784.46; sum – 939.77.

The concentration of phenols, as a rule, exceeds the MPC by 2 - 10 times. According to the content of organic and biological substances, Danube water can be classified as "unpolluted", and according to toxicological indicators - as "polluted"

The content of radioactive elements does not exceed the MPC. Sanitary and biological studies of the samples indicate a high concentration of bacterioplankton [69, 70].

*Comprehensive ecological assessment of water quality* p. Danube, carried out on the basis of the materials of comprehensive ecological monitoring 2004-2022 within the framework of the project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river- Black Sea in the Ukrainian part of the delta" [33-47, etc.], indicates a satisfactory and fairly stable state of the ecosystem **according to hydrochemical indicators**, the changes of which depended mainly on the parameters of the hydrological regime - water content, temperature, turbidity. Water in river Danube and delta watercourses practically do not differ in most indicators. However, when seawater enters the delta, the concentration of chlorides, the amount of alkali metals, sulfates, and calcium in the water of estuarine watercourses increases sharply. At the same time, the spread of seawater into estuarine watercourses practically does not affect the concentration of hydrocarbonates, magnesium and the values of total hardness. Deterioration of water quality with the introduction of DWNF into operation has not been recorded. In general, during the observation period, a tendency to deterioration of water quality was observed for the manganese indicator, and for other indicators - a tendency for improvement.

The values of all water quality indicators, except for manganese, did not exceed fishery standards. Until 2013, the concentration of manganese was at the level of the fishery MPC, but starting from 2013, a significant excess of fishery standards was observed.

The hydrochemical regime of the coast was determined by the inflow and transformation of Danube waters, the hydrological conditions of the area and the development of production and destruction processes.

To assess the cross-border impact of the Chernavodsk NPP on the tritium content in the river. Danube in the territory of Ukraine in 2011-2014, studies of its content were conducted in the

area of the cities of Reni, Izmail and Vylkove. It was established that the operation of the nuclear power plant leads to an increase in the volumetric activity of tritium in the river. The Danube in the territory of Ukraine is 3-5 times compared to the background value.

According to the Convention on environmental impact assessment in a transboundary context, Moldova's oil terminals are considered potentially dangerous objects that pose an increased threat in connection with emergency situations of a man-made nature. These objects are located in the immediate vicinity of the border of Ukraine and upstream less than 5.0 km from the water intake of the city. Reni, therefore, water quality control in this area needs to be strengthened.

State monitoring of waters in the districts of Kiliya, Izmail, Vylkove (only 7 points), as well as on lakes Kagul, Yalpus-Kugurlui (3 points), Katlabukh (2 points), Kytai.

According to the diagnostic monitoring observation program, water temperature, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen consumption for 5 days were determined (BOC<sub>5</sub>), chemical oxygen consumption (COC), ionic composition, nitrogen and phosphorus compounds. Observations at diagnostic monitoring points were conducted monthly [42].

According to the diagnostic monitoring observation program, water temperature, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen consumption for 5 days were determined (BOC<sub>5</sub>), chemical oxygen consumption (COC), ionic composition, nitrogen and phosphorus compounds. Observations at diagnostic monitoring points were conducted monthly. Posts of hydrological observation on the river. The Danube and the Kiliya mouth are located near Izmail and Kiliya.

In the Danube delta, the standard values for ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, synthetic surfactants and petroleum products were noted. These indicators do not exceed the relevant MPC for surface water bodies. The content of phosphates and oxygen were also within the limits of permissible values.

Table 4.12 provides data on observations of hydrometeorological organizations for the first half of 2021 (average and maximum concentration values for substances and average and minimum values for oxygen) [42].

**Table 4.12 – Pollution of surface water in the delta of the river Danube for the first half of 2021**

Petroleum products		synthetic surfactants		Phenols		Chrom e (Cr 6+)		Ammonium nitrogen		Nitrite		Nitrate s		Total phosphorus		Dissolved oxygen, %		Hydrogen sulfide	
av. er.	max. .	aver. .	max. .	aver. .	max. .	av. er.	max. .	av. er.	ma. x.	av. er.	max. .	av. er.	ma. x.	av. er.	max. .	aver. .	min.	ave. r.	max. .
<1.0	1.0	<1.0	<1.0	1.0	4.0	5.0	9.0	<1	<1	<1	1.4	1.0	1.0	0.12	0.17	86	76	-	-

According to the Ecological Passport of the Odesa Region [44], indicators of the composition and properties of water in the investigated surface water bodies were analysed (table 4.13).

It can be seen from the data in the table that the concentration of suspended substances (item 2) in water bodies in the areas of the cities of Vylkove, Izmail, Kiliya, it is quite constant and small - from 28.48 mg/dm<sup>3</sup> up to 37.82 mg/dm<sup>3</sup>. Suspended substances are much more in the water of reservoirs, especially in Katlabukh and Kytai (about 200 mg/dm<sup>3</sup>).

According to the integrated indicators of pollution of BOC-5 and COC, there is an excess of normative values in reservoirs. Thus, in the water of Kagul - 2.4 times, Yalpug - 3.7 times, Katlabukh - 8.4 times and Kytai - 9.8 times. The excess according to the DWNF is in the water of Kagul - 2.7 times, Yalpug - 3.5 times, Katlabukh - 10 times and China - 17 times.

In the selection points in the area of large cities, there were no excesses for BOC-5 and COC.

The total mineralization of water in the urban area corresponded to the normative values and ranged from - (319 - 367) mg/dm<sup>3</sup>, but a high concentration of salts, mg/dm, was observed in reservoirs<sup>3</sup> - from 644 to 5264 (item 4). In the Katlabukh and Yalpug reservoirs, the normative value was exceeded by 2 times, in the Kytai reservoir - by 5 times.

High mineralization is probably influenced by the high content of sulfates in the water of reservoirs (item 5), the concentration of which corresponds to the total content of salts in these water bodies. There is also an excess of normative values in Katlabukh reservoirs – by 2 times, Yalpug – by 2.6 times, Kytai – by almost 5 times.

The content of chlorides exceeded the maximum permissible concentration (MPC) also only in reservoirs: Yalpug – 1.5 times, Katlabukh – 1.8 times, Kytai – 2.7 times.

The content of nitrates, phosphates and nitrites did not exceed the normative values, with the exception of nitrites in the Yalpug reservoir - the exceedance of the MPC was 1.8 times.

Instrumental and laboratory quality control of the surface waters of lakes during 2020 [48] showed the number of cases of exceeding the MPC for the main parameters in the lakes: Kytai - 35 cases according to indicators: mineralization. COC, BOC-5; Kagul - 13 cases according to indicators: COC, BOC-5, iron, benzo(k)fluoranthene; Katlabukh - 36 cases according to indicators: mineralization, COC, BOC-5, iron, benzo(k) fluoranthene, trichloromethane.

The main causes of surface water pollution are the discharge of contaminated municipal and industrial wastewater directly into water bodies and through the city sewage system, as well as the entry of pollutants into water bodies in the process of surface runoff from built-up areas and agricultural land [39]. According to observations, the oxygen regime in rivers and reservoirs was generally satisfactory. Table 4.14 provides information on the volumes of waste water discharge by

water users of the Kiliyskyi IDAWM (inter-district administration of water management), discharge coordinates and indicators of physical and chemical measurements of water samples at the sampling sites [43].



**Table 4.13 – Average annual concentrations of pollutants (mg/dm<sup>3</sup>) in control structures of water bodies of the region for 2020.**

Water quality monitoring site	Suspended substances	BOC-5	Mineralization	Sulfates	Chlorides	Ammonium salt	Nitrates	Oil products	COC	Dissolved oxygen	Phosphates	Iron	Nitrite
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Normative values according to the MPC												
	-	3.01–6.02	1000 1.2	500 1.2	350 1.2	-	403	0.053	151–302	≥ 4 1.2	0.73	-	0.083
city Izmail	28.48	2.63	319	45.82	24.97	0.16	3.57	0.02	11.45	10.39	0.3	0.14	0.06
city Kiliya (p.v.)	32.68	2.22	367	72.12	29.42	0.15	4.32	0.02	17.57	9.54	0.2	0.18	0.03
city Kiliya	28.80	2.07	342	54.48	27.18	0.16	4.72	0.02	12.06	9.64	0.3	0.13	0.03
city Vylkove	37.83	2.06	346	63.03	27.63	0.11	4.61	0.01	18.62	9.28	0.3	0.13	0.04
Lake Kagul	107.87	7.33	644	125.78	123.04	0.23	0.79	0.01	40.51	10.75	0.3	0.24	0.07
Lake Yalpug	64.18	11.16	3226	1298.17	511.38	0.40	7.36	0.01	52.62	9.79	0.3	0.25	0.14
Lake Katlabukh	204.98	50.31	2900	1066.09	639.44	1.16	2.17	0.02	153.65	9.03	0.2	0.22	0.06
Lake Kytai	205.37	59.00	5264	2439.92	933.53	0.72	1.45	0.02	256.08	8.56	0.2	0.23	0.04
Notes. 1. – For a water object for economic and drinking purposes. Appendix 11 to the "State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements", approved by the order of the Ministry of Health of Ukraine dated June 19, 1996. No. 173. Note 2. – For a water body within the settlement. Appendix 11 to the "State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements", approved by the order of the Ministry of Health of Ukraine dated June 19, 1996. No. 173. Note 3. A generalized list of maximum permissible concentrations (MPC) and approximately safe levels of influences (ASLI) of harmful substances for water of fishery reservoirs "(table 1), the validity period of which was extended to January 1, 2025 by order of the State Emergency Service of Ukraine No. 473 dated August 31, 2017.													

Table 4.14 - Information on the volumes of wastewater discharge by water users of the Kiliyskyi IDAWM

No.	Name of Company	Coordinates of drop-off locations	Volume of water intake. thousand m <sup>3</sup>	Volume of return water discharge, thousands of cubic meters <sup>3</sup>	Place of sampling	Indicators of physical and chemical measurements, mg/dm <sup>3</sup>						
						BOC-5	COC	Ammonium nitrogen	Nitrite	Nitrates	Phosphates	Suspended substances
1	APC "Dunai"	29.15594 45.45386	3112.0	1587.1	water supply: discharge channel NS-3	3.1	56	0.89	0.038	4.91	0.4	42.9
					Background: subducting channel don/st.. Bucket	3.2	57.1	0.2	0.013	3.07	0.19	34.8
2	CF SE "Centre for Certification and Examination of Seeds and Planting Material"	29.23164 45.45326	1581.8	806.7	water supply: discharge channel up to n / st. VNIII fig.	2.58	40.9	0.4	0.075	5.3	0.36	34.3
					Background: river Danube	2.44	42.2	0.19	0.066	4.05	0.23	29.0
3	Pivden Agro Holding LLC	29.33719 45.44821	2180.9	1112.3	water supply: discharge channel to n/st..NS-2	3.0	41.3	0.5	0.048	4.74	0.28	24.5
					Background: subducting channel to the n/st. NS-1	2.8	40.9	0.38	0.038	3.05	0.21	20.8
		29.15585 45.45278	1502.3	766.2	water supply: discharge channel n/st. NS-3	2.9	46.3	0.48	0.053	5.6	0.28	24.6
					Background: subducting channel to the n/st. Bucket	3.01	43.7	0.31	0.016	3.0	0.19	19.3
4	F.O. Kryvenko	29.32640 45.45027	151.4	77.2	water supply: discharge channel to n/st. Drainage	2.9	-	0.36	0.031	4.54	0.37	39.8
					5 Background: river	2.94	-	0.28	0.059	3.07	0.24	43.0

					Danube							
5	Rys Group LLC	29.32638 45.45024	6398.4	3263.2	Water discharge: discharge channel to n/st. Drying	2.45	38.0	0.15	0.062	4.81	0.13	24.7
					Background: Mezhkolhospnyi channel	2.24	39.5	0.17	0.051	3.67	0.14	21.0
		29.33719 45.44821	84.0	42.8	water supply: discharge channel up to n / st. Drying	2.72	33.8	0.18	0.062	4.83	0.12	34.8
					Background: river Danube	2.4	35.7	0.20	0.051	3.37	0.17	25.0
		29.48808 45.55984	2987.9	1523.8	water supply: discharge channel up to n / st. CHC-2	2.55	41.0	0.2	0.057	5.03	0.12	26.5
					Background: Danube channel	2.49	42.0	0.22	0.048	3.9	0.13	19.0
6	Debut-2005 LLC	29.50452 45.45417	5108.5	2163.2	Water outlet: discharge channel to n/st. Lisky-3	2.8	37.4	0.23	0.074	4.81	0.17	23.0
					Background: river Danube	2.41	28.8	0.21	0.058	3.08	0.26	23.5
		29.43145 45.44702	5949.2	2744.9	water supply: discharge channel up to n / st. Liski-1	2.18	36.7	0.11	0.06	5.22	0.13	24.8
					Background: river Danube	2.6	35.5	0.2	0.077	3.5	0.21	23.8
7	Rice of Bessarabia LLC	29.43164 45.44689	9953.6	3388.3	Water outlet: discharge canal to n/st. Liski-1	3.0	34.5	0.44	0.07	4.74	0.22	24.3
					Background: river Danube	2.6	35.5	0.2	0.077	3.5	0.21	23.8
		29.50509 45.45698	6374.7	2236.2	Water outlet: discharge canal to n/st. Liski-3	2.8	37.5	0.38	0.08	5.07	0.21	24.8
					Background: river Danube	2.41	38.8	0.21	0.058	4.08	0.26	25.5
8	SC "Natalka"	29.03843	3264.3	1664.8	Water outlet: discharge	1.80	-	0.10	0.012	0.10	-	26.3

		45.39447			canal to n/st. Drying							
					Background: river Danube	1.34	-	0.07	0.008	1.10	-	23.3
9	LLC JC Dunay-Agro	29.32638 45.45024	1829.8	933.2	water supply: discharge channel to 2n/st	2.93	43.0	0.21	0.04	5.5	0.32	25.0
					Background: subducting channel to the n/st. HC-1	3.03	43.1	0.14	0.033	4.44	0.27	23.3
		29.15585 45.45278	3199.9	1631.9	water supply: discharge channel to n/st..NS-3	3.3	48.0	0.53	0.06	6.4	0.41	48.3
					Background: under water channel don/st. Bucket	3.4	48.4	0.34	0.026	4.1	0.38	27.2
10	ESSSD "Kiliya Shipbuilding and Ship Repair Plant" PJSC "UDP"	-	35.8	11.9	Water outlet No.1	1.793	-	0.106	0.048	3.252	0.048	9.667
					Background: factory backwater	1.622	-	0.152	0.045	3.336	0.051	9.5
		-		11.9	Water outlet No.2	1.539	-	0.112	0.236	3.133	0.045	9.5
		-			Background: factory backwater	1.622	-	0.152	0.045	3.336	0.051	9.5
		-		11.9	Water outlet No.3	1.793	-	0.106	0.048	3.252	0.048	9.667
		-			Background: factory backwater	1.622	-	0.152	0.045	3.336	0.051	9.5
11	LLC "Titan"	-	1.3	6.8	Water outlet: condensate	0	0	0.005	0.003	0.74	0.001	0
		-			Background: river Danube	2.08	-	0.07	0.035	3.06	0.08	15.0
12	APC "Mayak"	29.32638 45.45024	9651.6	7727.2	water supply: discharge channel to n/st. Drainage	4.01	65.7	0.36	0.075	4.29	0.31	39.6
					Background: subducting channel to	4.2	67.8	0.2	0.096	3.77	0.21	33.7

					n/st. HC-1							
		29.33719 45.44821	14519.3	4600.0	water supply: discharge channel to 2 n/st..	3.8	67.5	0.51	0.072	4.34	0.3	39.8
					Background: subducting channel to the n/st. HC-2	4.2	67.8	0.2	0.096	3.77	0.21	33.7
13	ME "Svitlo"	29.30286 45.43418	166.8	33.3	Water outlet: 1 quarter Background: river Danube	18.0 2.4	89.0 33.3	0.11 0.72	32.3 0.09	32.3 3.54	1.9 0.14	12.2 11.4
				30.0	Water outlet: 2 quarter Background: river Danube	20.3 2.24	87.0 33.3	19.1 0.12	0.22 0.08	32.7 6.23	2.04 0.13	21.7 11.9
				31.1	water supply: 3 quarter Background: river Danube	21.2 2.64	119.0 40.0	18.9 0.22	0.28 0.048	32.2 32.2	2.09 0.094	20.2 9.7
				31.1	Water outlet: 4 quarter Background: river Danube	15.0 2.6	104.0 36.0	28.9 0.18	0.31 0.051	30.2 3.3	5.6 0.12	102.2 17.7

**Table 4.15 – Pollutants in the composition of return waters that enter the river water of the Kiliya arm**

Water quality monitoring site	Suspended substances	BOC-5	Mineralization	Sulfates	Chlorides	Ammonium salt	Nitrates	Oil products	COC	Dissolved oxygen	Phosphates	Iron	Nitrite
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Normative values according to the MPC												
	-	3.01–6.02	1000 1.2	500 1.2	350 1.2	-	403	0.053	151–302	≥ 4 1.2	0.73	-	0.083
city Izmail	28.48	2.63	319	45.82	24.97	0.16	3.57	0.02	11.45	10.39	0.3	0.14	0.06
city Kiliya (p.v.)	32.68	2.22	367	72.12	29.42	0.15	4.32	0.02	17.57	9.54	0.2	0.18	0.03
city Kiliya	28.80	2.07	342	54.48	27.18	0.16	4.72	0.02	12.06	9.64	0.3	0.13	0.03
city Vylkove	37.83	2.06	346	63.03	27.63	0.11	4.61	0.01	18.62	9.28	0.3	0.13	0.04
Lake Kagul	107.87	7.33	644	125.78	123.04	0.23	0.79	0.01	40.51	10.75	0.3	0.24	0.07
Lake Yalpug	64.18	11.16	3226	1298.17	511.38	0.40	7.36	0.01	52.62	9.79	0.3	0.25	0.14
Lake Katlabukh	204.98	50.31	2900	1066.09	639.44	1.16	2.17	0.02	153.65	9.03	0.2	0.22	0.06
Lake Kytai	205.37	59.00	5264	2439.92	933.53	0.72	1.45	0.02	256.08	8.56	0.2	0.23	0.04
Notes. 1. – For a water object for economic and drinking purposes. Appendix 11 to the "State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements", approved by the order of the Ministry of Health of Ukraine dated June 19, 1996. No. 173. Note 2. – For a water body within the settlement. Appendix 11 to the "State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements", approved by the order of the Ministry of Health of Ukraine dated June 19, 1996. No. 173. Note 3. A generalized list of maximum permissible concentrations (MPC) and approximately safe levels of influences (ASLI) of harmful substances for water of fishery reservoirs "(table 1), the validity period of which was extended to January 1, 2025 by order of the State Emergency Service of Ukraine No. 473 dated August 31, 2017.													

According to the information provided by the Kiliya Interregional Department of Water Management, there is no exceedance of the MPC in the places of return water discharge of enterprises. Table 4.15, according to the data of the Basin Department of Water Resources of the Black Sea and the Lower Danube [43], shows the volumes of pollutants contained in the return waters discharged by enterprises located along the surface water bodies of the Kiliya arm.

According to the Ecological Passport of the Odesa Region, in 2021 [44] one of the main polluting enterprises, which have a large volume of water intake from the Kiliya branch and discharge wastewater there, is PJSC "Izmail Pulp and Cardboard Combine", the combine has its own treatment facilities with a capacity of 4,200 ,0 m<sup>3</sup>/day. Biogenic elements play an important role in shaping the ecological state of water bodies. Their presence in large concentrations causes water eutrophication, which has a very negative effect on the ecological condition of the water body, as well as impairs its recreational value.

Table 4.16 shows data on the volume of return water and the amount of pollutants in it, which are generated at the plant and discharged into the river. Danube for three years.

**Table 4.16 – Discharge of return water and pollutants from PJSC "Izmail pulp and paperboard plant"**

<b>Availability, capacity (m<sup>3</sup>/day) cleaning efficiency</b>	<b>Volume of return water discharge, thousand m<sup>3</sup></b>	<b>The amount of pollutants discharged with return water, t</b>
2018	2638.0	15.318
2019	2503.0	-
2020	2299.9	666.7

Note. According to the information of the Basin Management of Water Resources of the Black Sea and Lower Danube Rivers of the State Agency of Water Resources of Ukraine, which is formed on the basis of processed information of water users regarding indicators of water use and drainage, who provide reports on water use in form No. 2TP-water farm (annual)

According to the data in the table, it can be seen that there is a tendency to a slight decrease over the years in the volume of return water discharge. But attention is drawn to a significant increase in the number of pollutants discharged with return waters.

**Table 4.17 – The content of biogenic substances in the investigated point sources of pollution in the delta of the river Danube.**

No	Point	Dissolved oxygen, O <sub>2</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	BOC <sub>5</sub> (calculated), mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	Nitrites (NO <sub>2</sub> -), mg/dm <sup>3</sup>	Nitrates (NO <sub>3</sub> -), mg/dm <sup>3</sup>	Ammonium nitrogen, mg/dm <sub>3</sub>	Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/dm <sup>3</sup>
		Normative values according to the MPC					
		≥ 4 1	3.0 1	0.082	40.02	1.02	0.72
1	Above Kiliya	-	11.20	0.200	4.60	<0.12	9.73
2	Kiliya, below discharge 10	-	12.00	0.075	5.44	<0.12	4.00
3	Below Kiliya, above discharge 13,17,18,19	-	6.40	0.100	4.36	<0.12	7.66
4	Below Kiliya, discharge 13,17,18,19, channel	-	19.20	0.020	1.92	<0.12	4.29
5	Lisky, discharge 20, above	8.00	1.60	0.097	4.45	<0.12	4.65
6	Lisky, discharge 20, channel	6.67	4.00	0.020	0.52	<0.12	8.41
7	Lisky, discharge 20, below	9.07	2.40	0.082	5.57	<0.12	7.08

Note 1. – Appendix 11 to the "State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements", approved by the order of the Ministry of Health of Ukraine dated June 19, 1996. No. 173.

Note 2. A generalized list of maximum permissible concentrations (MPC) and approximately safe levels of influences (ASLI) of harmful substances for water of fishery reservoirs (table 1), the validity period of which was extended to January 1 by order of the State Emergency Service of Ukraine No. 473 dated August 31, 2017.

Analysis of the data in Table 4.17 showed that in the Kiliya region, both above the city (item 1) and below the city (item 2 - 4) of the reset, an excess of the MPC is observed according to the BOC-5 indicator. This indicates that untreated or insufficiently treated wastewater enters the water body.

A significant excess of the BOC-5 indicator is noted at the discharge point in the channel below Kiliya (item 4) – 19.2 mg/dm<sup>3</sup>, which exceeds the MPC by more than 6 times. Below the reset (item 2) and above the reset (item 3) an excess of the MPC was also noted - by 4 and 2 times, respectively. In the place of selection above Kiliya (item 1), the excess of BOC-5 is 3.8 times.

A slight excess of 1.3 MPC was noted at the Lisky discharge site (item 6). Moreover, above and below Lisky discharge, this indicator corresponds to the normative value (clause 5 and p. 7).

As for biogenic elements of the nitrogen group, an excess of nitrates was noted in the water above Kiliya - 2.5 MPC. Concentrations of nitrates and ammonium nitrogen are determined below the MPC.

Attention is drawn to high concentrations of phosphates in the water. Exceeding this indicator according to MPC is observed in all analysed samples - (6 - 14) MPC. The highest concentrations of phosphates were noted in the water above Kiliya at the place of discharge of waste water in Lisky. Probably, one of the reasons may be the presence of high concentrations of phosphates in wastewater in case of increased use of detergents (cleaning agents) containing additives that include phosphorus compounds.



The results of analyses of river water samples indicate contamination of surface water bodies in control areas with wastewater, which indicates poor-quality sewage treatment, or the absence of treatment facilities at all.

But the data on biogenic elements for July [37] differ from the average annual concentrations by the same indicators. According to the data of the observation network of the National Hydrometeorological Service of Ukraine [42], and the information provided in the ecological passport of the region for the same period [44], the average annual concentration of pollutants in control bodies of The cells do not exceed the MPC.

The consequences of inundation of agricultural lands and rural settlements during floods are also the reason for the deterioration of water quality in the studied surface water bodies due to an increase in their turbidity, the concentration of biogenic elements, pesticides and other organochlorine substances.

#### ***Ecological and water management assessment of water quality in the Ukrainian part of the Danube Delta for 2004-2021***

The assessment of the quality of surface water in the Ukrainian part of the Danube Delta was carried out on the basis of the analysis of the following hydrochemical and hydrophysical parameters: components of the salt composition: (sum of ions, bicarbonates, chlorides, sulfates, magnesium, calcium, sodium ions); indicators of tropho-saprobiological state: suspended matter, transparency, dissolved oxygen, pH, dissolved organic matter (according to indicators of DWNF, permanganate oxidation and BOC<sub>5</sub>), compounds of the main biogenic elements (ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, phosphates); specific substances: petroleum products, synthetic surfactants, phenols (since the frequency of detection during monitoring of heavy metal concentrations is lower, they were not considered in this analysis).

Ecological assessment of the state of water was carried out according to the "Methodology of ecological assessment of surface water quality". For this purpose, block indexes of ecological assessment were obtained for each point and time of selection according to two options: by averaging the performance categories in the block and by selecting the worst category in the block. The index of the general environmental assessment was found as the average of the block indices. After that, the obtained indices were averaged over the sample (items or seasons). Thus, the assessment was carried out on the average values and on the average of the worst values.

The water management assessment was carried out according to water quality standards for household needs and fisheries. Also, water quality assessment was carried out according to the norms established within the international monitoring program of the Danube TNMN. In table 4.18 and fig. 4.3 shows the results of the environmental assessment based on averages and averages of the worst indicators for the observation period.

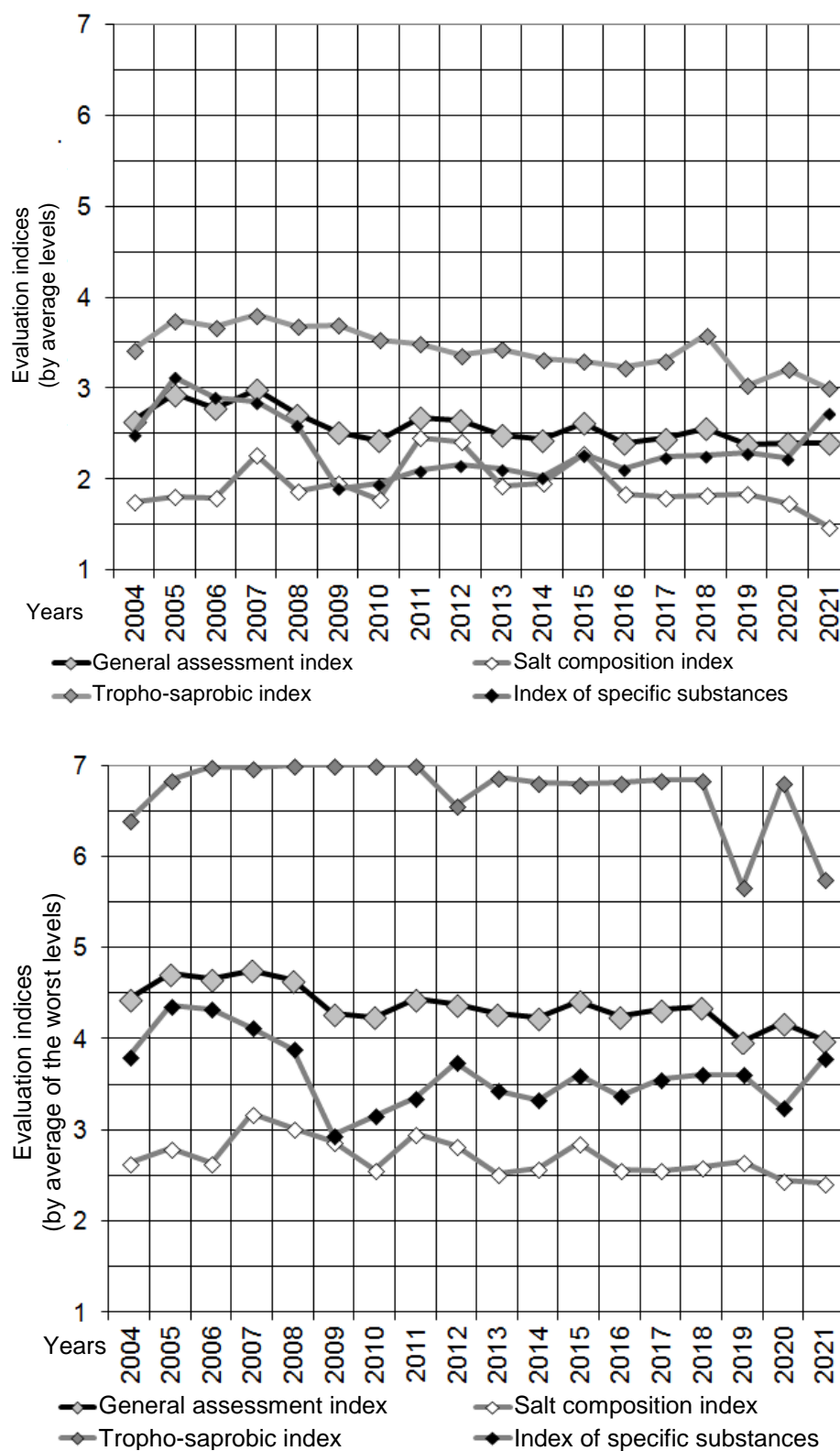
Table 4.19 shows the results of water quality assessment according to the TNMN classification, and Figure 4.4, respectively, shows the interannual dynamics of average indices according to this assessment. The multiplicity of individual indicators of water quality to the standards of fishery and household MPCs are presented, respectively, in tables 4.20 and 4.21.

Figures 4.5 and 4.6 present the interannual dynamics of multiplicities for those indicators that are mainly observed to exceed the MPC. Also, since the content of suspended solids is of particular interest in the context of control of dredging operations, figure 4.7 shows the interannual dynamics of this indicator separately.

According to the available hydrochemical information, on average, the waters of the Ukrainian part of the Danube delta corresponded to the ecological assessment at the level of: according to the average values of indicators - between 2 and 3 categories (clean - sufficiently clean waters); according to the average of the worst indicators – 4 categories with a transition to 5 (slightly polluted waters with a transition to moderately polluted).

**Table 4.18 – Environmental assessment indices**

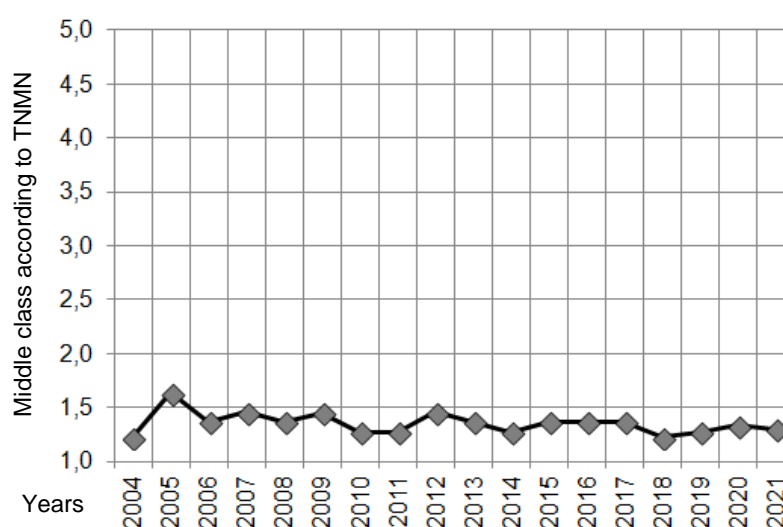
<b>Indicator</b>	<b>Index based on average values of indicators</b>	<b>Index based on the average values of indicators from the worst</b>
General assessment index	2.58	4.36
Salt composition index	1.93	2.71
Tropho-saprobic index	3.44	6.72
Index of specific substances	2.35	3.62
Sum of ions	1.11	4.63
Chlorides	2.70	5.33
Sulfates	1.46	4.39
The pH indicator	2.85	4.67
Suspended substances	5.31	6.89
Transparency	6.98	7.00
Dissolved oxygen	1.75	4.50
Oxygen saturation	2.77	4.72
BOC5	2.81	4.78
Oxidability is permanganate	1.93	3.12
COC	2.69	4.59
Ammonium nitrogen	1.73	3.61
Nitrite nitrogen	4.38	5.83
Nitrate nitrogen	5.43	6.11
Phosphates	3.18	4.33
Common iron	3.74	5.20
Copper	4.13	5.43
Manganese	1.98	3.86
Zinc	2.13	4.64
Chromium general	2.75	4.00
Oil products	1.46	3.78
Synthetic surfactants	2.44	4.53
Phenols	3.04	5.24



**Figure 4.3 – Interannual dynamics of indices of ecological assessment of water quality in the Ukrainian part of the Danube Delta**

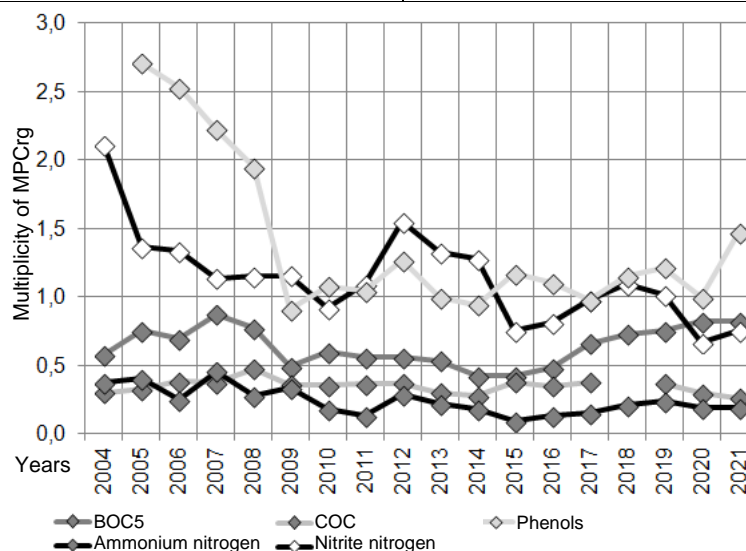
**Table 4.19 - Assessment of water quality according to the TNMN classification**

Indicator	Class (average by years)
pH	1.0
Dissolved oxygen	1.0
BOC5	1.0
Oxidability is permanganate	1.1
COC	2.0
Ammonium nitrogen	1.1
Nitrite nitrogen	2.0
Nitrate nitrogen	1.9
Phosphates	1.2
Copper	1.6
Zinc	1.0

**Figure 4.4 – Interannual dynamics of average indices of water quality assessment according to the TNMN classification****Table 4.20 – Multiplicity of water quality indicators by fishery MPC**

Indicator	Multiplicity
pH	0.94
Dissolved oxygen	0.67
BOC5	0.66
COC	0.36
Chlorides	0.24
Sulfates	0.54
Magnesium	0.43
Calcium	0.28
Ammonium nitrogen	0.24
Nitrite nitrogen	1.14
Nitrate nitrogen	0.13
Phosphates	0.07
Common iron	2.95
Copper	9.98

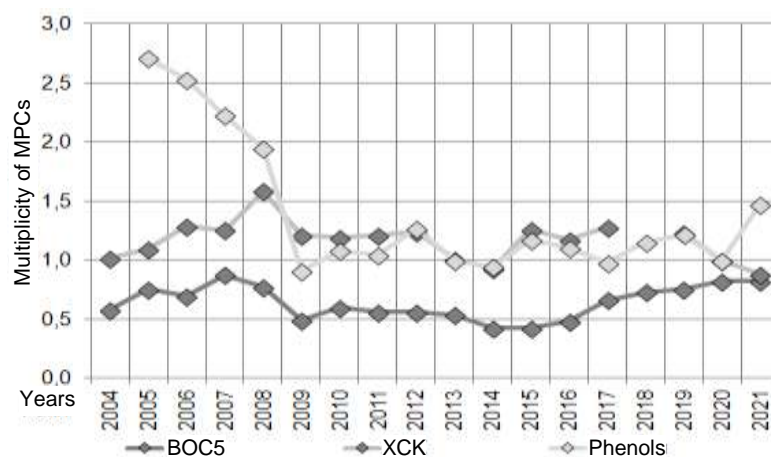
Indicator	Multiplicity
Manganese	2.21
Zinc	1.55
Oil products	0.15
synthetic surfactants	0.05
Phenols	1.45



**Figure 4.5 – Interannual dynamics of the multiplicity of water quality indicators by the fishery MPC**

**Table 4.21 – Multiplicity of water quality indicators by economic and domestic MPC**

Indicator	Multiplicity
pH	0.94
Sum of ions	0.41
Dissolved oxygen	0.45
BOC5	0.66
COC	1.19
Chlorides	0.21
Sulfates	0.11
Magnesium	0.34
Ammonium nitrogen	0.08
Nitrite nitrogen	0.02
Nitrate nitrogen	0.12
Phosphates	0.04
Common iron	0.98
Copper	0.01
Manganese	0.22
Zinc	0.02
Oil products	0.03
Phenols	1.45



**Figure 4.6 – Interannual dynamics of the multiplicity of household water quality indicators. MPC**

At the same time, the worst quality of water according to ecological standards was observed in the block of indicators of the tropho-saprobiological state: according to the average levels of indicators – category 3 with a transition to 4 (sufficiently clean waters with a transition to slightly polluted); on average, the worst levels of indicators are category 7 with a transition to 6 (very dirty waters with a transition to dirty).

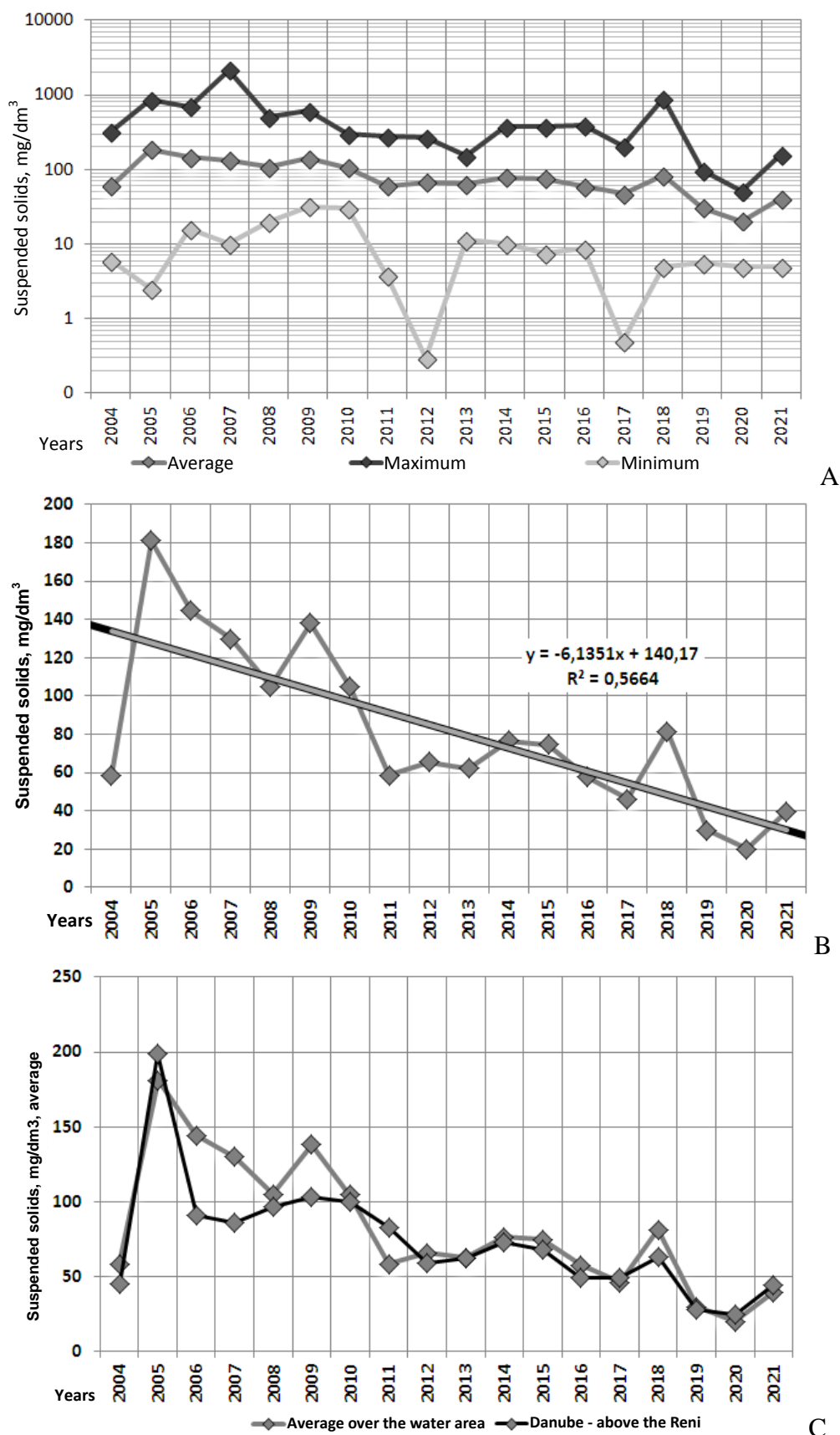
However, it should be noted that the indicators of transparency and the content of suspended substances, which are included in this block and consistently give the highest partial indices of ecological assessment, may reflect not so much anthropogenic influence as the natural specificity of the water area in the case of the Danube Delta.

Of the other indicators of the tropho-saprobiological unit, the nitrate nitrogen content should be noted first of all, which consistently shows high pollution: 5th category with transition to 6th according to the average levels of indicators and 6th category according to the worst averages.

Concentrations of nitrite nitrogen were also high (category 4 with a transition of 5 according to the average levels of indicators and category 6 with a transition of 5 according to the average of the worst).

It should also be noted that there is a significant gap between the assessment of the average values (category 2 with transition to 1) and the average of the worst (between 4 and 5 categories) according to the indicator of dissolved oxygen content. Such discrepancies may indicate a certain probability of peak values and oxygen deficiency.

It is possible to note a tendency towards a certain decrease in the interannual dynamics during the observation period of the index of the general environmental assessment both on averages and on averages of the worst levels of indicators [48-59].



**Figure 4.7 – Interannual dynamics of the average content of suspended solids**  
**A – maximum, average and minimum;**  
**B – separate averages and trends of interannual dynamics**  
**C – compared to the entrance to the Ukrainian part of the water area (above Reni)**

According to the TNMN classification, the water quality of the Ukrainian section of the Danube Delta was closer to class 1 (average index 1.4). Fishery MPC were exceeded by the average levels of copper, manganese, zinc, phenols, total iron (Appendix D) and nitrite nitrogen. Household MPCs were exceeded by the average levels of DWNF indicators and phenol content.

A trend towards a decrease in the content of suspended solids in water during the studied period was noted. The highest average concentrations of suspended solids were observed in 2005, but at the entrance to the Ukrainian part of the delta (above the Reni) they were also the highest this year (Appendix C).

According to the results of hydrochemical studies of water in the delta part of the river. In recent years, the Danube has remained exceedingly polluted with suspended solids, organic substances, nitrates, and metals. Excessive contamination of river water by hydrochemical parameters, especially manganese, and contamination of bottom sediments with metals (Appendix D) was noted already from the cross-border area - above the city of Reni - that is, to the border with Ukraine. In general, during the observation period, a tendency to deterioration of water quality was observed for the manganese indicator, and a tendency for improvement of water quality for other indicators (Appendix C).

According to the TNMN classification, according to the content of chlorophyll "a", the phytoplankton of the waters of the Ukrainian part of the Danube Delta can be classified as 1st class. According to the classification of UKRNDIEP, the obtained average index can be interpreted as "oligotrophic waters with the transition to mesotrophic", which, in principle, coincides with the assessment based on the level of TSI (oligo-mesotrophic waters). On average, according to the content of chlorophyll "a" in bottom sediments, the studied waters can be classified as eutrophic and polytrophic, which is a much higher level than that determined by the content of chlorophyll "a" of phytoplankton.

Annotated reports with the results of monitoring studies in 2020-2022 are given in Appendix M.

#### **4.5.2 The main natural factors affecting the formation of hydrogeological conditions in the floodplain of the Kiliy branch within the delta of the river Danube**

Depending on the established features of natural and man-made conditions, on the complexity and degree of study of natural conditions and on the influence of man-made factors, a calculated forecast of the possible impact of the deepening of the channel of the Kiliya arm on the hydrogeological conditions and in general on the water environment of the adjacent territory was made.



### ***General characteristics of groundwater***

The research area is located in the axial part of the Black Sea Artesian Basin [71]. Groundwater is contained in almost all stratigraphic complexes of a thick layer of sedimentary rocks from Paleozoic to modern.

Fresh underground water is contained in the upper part of the sedimentary stratum up to and including the Lower Sarmatian sub-tier. Deeper sediments, from the Paleogene and earlier, contain salty waters and brines. When describing groundwater, mineralization (M) is taken as the sum of anions and cations. The name of the type of water according to the chemical composition is given according to the classification of V.A. Aleksandrov (the predominant ion is placed in front).

The following aquifers and complexes are distinguished in the described territory (Figures 4.8 a, b, c; 4.9).

#### ***Aquifer of Upper Quaternary and modern alluvial and alluvial-deluvial sediments (adO<sub>III-IV</sub>)***

Water-bearing are sands, sandy loams, loams and their muddy varieties with inclusions of lenses and small layers of gravel and pebbles. The thickness of water-bearing rocks is from 0.3 m to 13 m, and the thickness of sediments is from 4 m to 23 m. In their soles, clays of the Meotic layer (in the river valleys) and red-brown clays – in the upper reaches of the streams lie mainly.

Ground water. The depth of their mirror is from 0 to 5.5 m, the flow rates of wells vary from 0.04 to 0.2 l/sec at drops from 2.0 to 0.6 m, the flow rates of wells are from 0.5 to 2.7 l/sec when lowering from 1.5 to 3.2 m.

Filtration coefficients for fine-grained sands, often clayey, with inclusions of gravel and pebbles, range from 11 to 18 L/day.

The chemical composition of the water is mainly sulfate-sodium, with mineralization of 0.6-9.4 g/dm<sup>3</sup>.

The horizon is nourished by the infiltration of atmospheric precipitation, as well as the inflow of water from the slopes. Unloading occurs partly in estuaries, partly through evaporation and transpiration by plants.

The underground waters of this horizon are slightly used with the help of wells. The regime is closely related to climatic factors. With abundant precipitation, the groundwater level rises and the water becomes desalinated. During the dry season, mineralization increases and levels decrease. Many wells are completely dry.

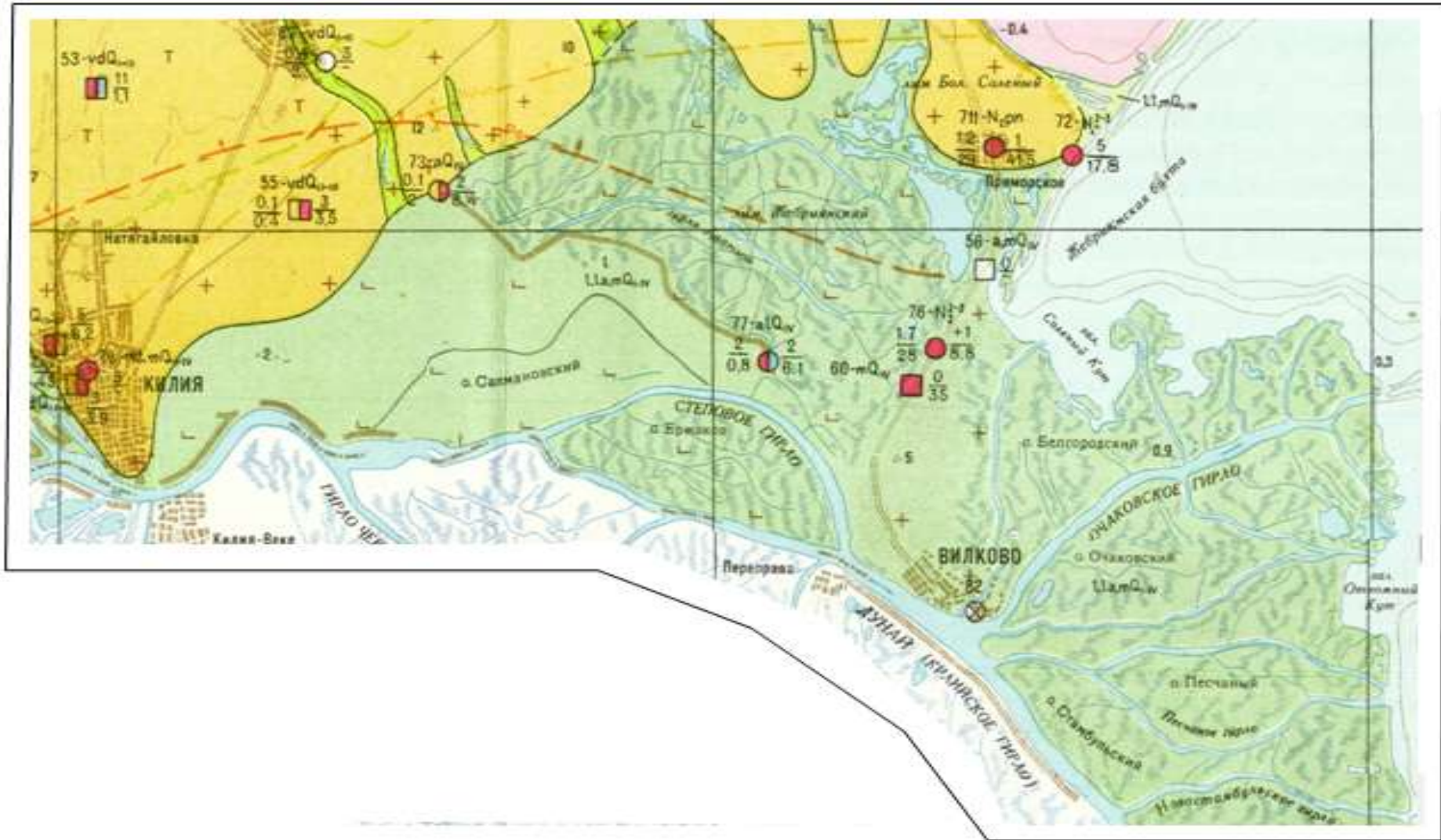


Figure 4.8 a - Hydrogeological map of the research area (r. Danube on the section of Vylkove - Kiliya)

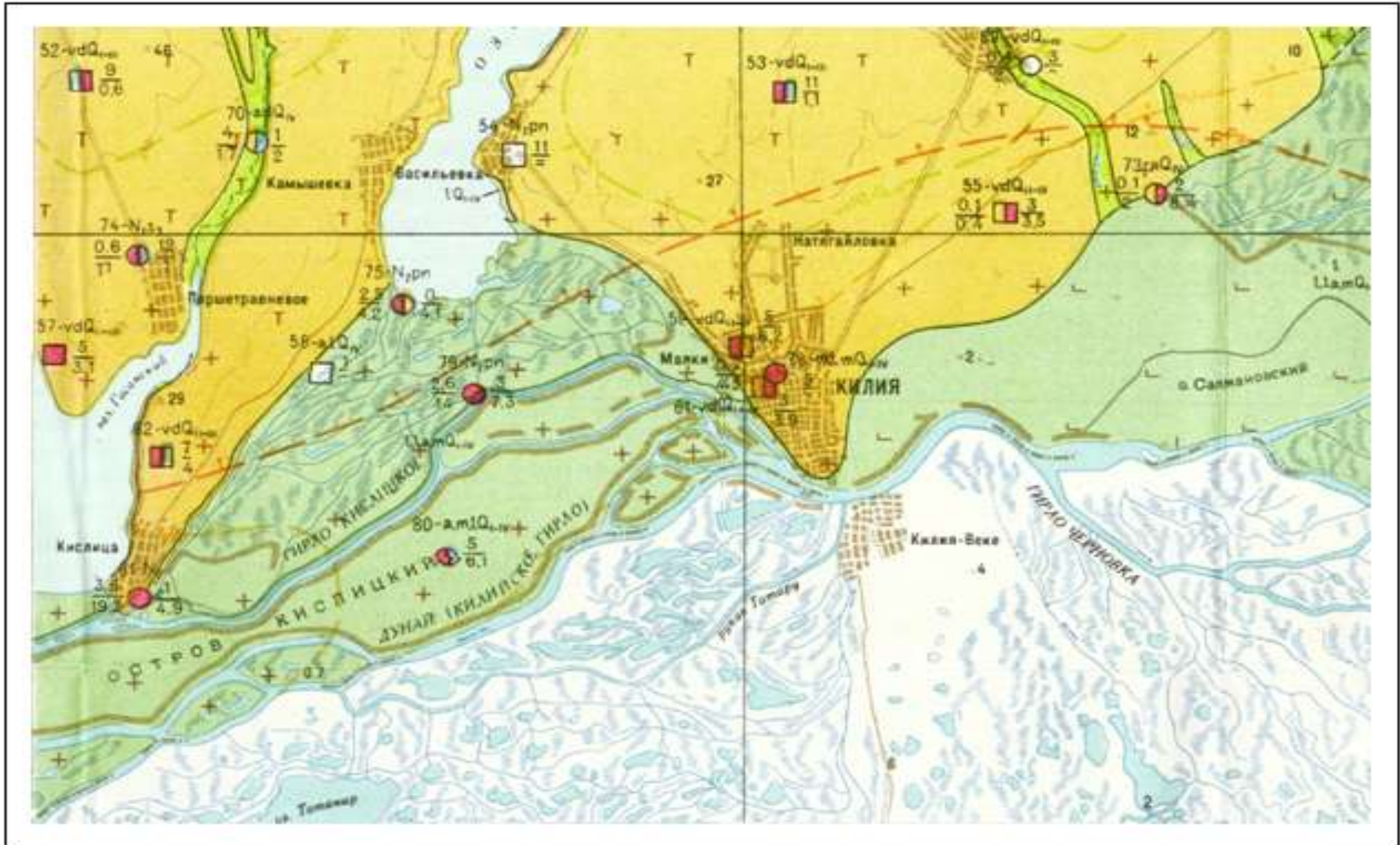


Figure 4.8 b - Hydrogeological map of the research area (r. Danube in the area of Kiliya)

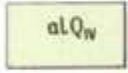
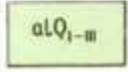
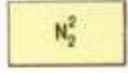
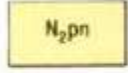
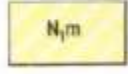
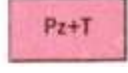
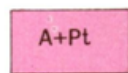








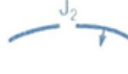
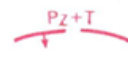
Figure 4.8 c - Hydrogeological map of the research area (r. Danube on the section of Izmail - Reni)

Map conventions:


***Distribution of aquifers and aquifer complexes***

	Aquifer in modern alluvial deposits that make up river floodplains (sands with gravel and pebbles, sandy loams, loams).
	Aquifer in undivided Lower to Upper Quaternary alluvial deposits that make up the floodplain terraces of the Danube and Prut Rivers (sandy loam, loam, sand).
	Aquifer in the Middle Pliocene sediments (sands of various grains with clay layers).
	Aquifer in the Pontic deposits (sands, limestones with clay interlayers).
	Water of sporadic distribution in the sediments of the Meotic layer (clays with interlayers and lenses of sands).
	Aquifer complex in the Paleozoic and Triassic mottled strata (sandstones, limestones, mudstones).
	Groundwater in the fractured zone of the Archean and Proterozoic (metamorphosed shales).
	Contour of sporadic water distribution in undivided Middle-Upper Quaternary eolian-alluvial deposits (loams, sandy loams, sands).

***Probable contours of distribution of aquifers below the first few metres from the surface***


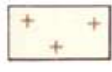
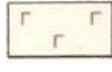
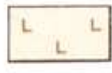

	Aquifer in undivided Paleogene strata (marls, sands, sandstones).
	Aquifer in Lower Cretaceous deposits (sandstones).
	Water-bearing complex in the Upper Jurassic sediments (limestones, sandstones).
	The water-bearing complex in the Middle Jurassic sediments (mudstones, limestones, marls, sandstones, conglomerates).
	Water-bearing complex in Paleozoic and Triassic sediments (sandstones, limestones, gillites).

***Distribution of permeable but anhydrous rocks***

	Outline of the distribution of permeable but anhydrous Middle Pliocene sediments (sands).
---	---


***Mineralisation, chemical and gas composition***

Gradations and conventional water salinity marks for the first aquifer from the surface


	1-3 g/l		3-5 g/l		1-5 g/l
	5-7 g/l		7-15 g/l		

Map conventions:


*Water points.*

5- N<sub>2</sub>pn  
0,1  0,7

**Source is downstream.** Numbers: above - catalogue number and geological age index of water-bearing rocks; left - flow rate, l/sec; right - mineralisation, g/dm<sup>3</sup>.

46- aLQ<sub>1-III</sub>  
0,9   $\frac{6,0}{1,1}$

**Borehole.** Numbers: above - catalogue number and geological age index of water-bearing rocks; left - flow rate, l/sec; right: in the numerator - depth to water, m; in the denominator - mineralisation, g/dm<sup>3</sup>.

15 - N<sub>2</sub>pn  
 $\frac{1,7}{13,0}$    $\frac{69,0}{0,7}$  (2)

**Well. Numbers:** above: catalogue number and geological age index of water-bearing rocks; left: in the numerator - flow rate, l/s, in the denominator - decline, m (in brackets - depth of testing, m); right: in the numerator - depth of the established level, m; in the denominator - mineralisation, g/dm<sup>3</sup>; in brackets - cleanly opened aquifers or complexes.



**Notations for Figure 4.9**

1 – aquifer in modern estuarine sediments; 2 – aquifer in the modern lacustrine-alluvial-marine sediments of the river floodplain. Danube; 3 – aquifer in Upper Quaternary and modern alluvial-deluvial deposits of small rivers and streams; 4 – an aquifer complex in the sediments of the Quaternary and Upper Pliocene floodplain terraces of the river valley. Danube; 5 – aquifer in the deposits of the Pontic layer; 6 – distribution contours of aquifers.

**Figure 4.9 – Hydrogeological diagram of the research area in the section Vylkove – Kiliya**

***Aquifer of undissected Quaternary estuarine and estuarine sediments (L, Lm Q<sub>I-IV</sub>)***

Widespread on the coasts of the sea and estuaries in sandbanks, beaches and spits. The beaches are located in long strips from 10 to 200 m along the sea shores and estuaries. The height above sea level is 1-2 m, the thickness of the sand varies from 0.5 to 1.5 m. Weirs and spits separate estuaries from the sea.

Water-bearing are sandy and sandy-muddy rocks, the thickness of which reaches 50 m. They are underlain by clays of the Pontic and Meotic layers in the headwaters of estuaries and Upper Pliocene clays on sea beaches and sandbanks.

Ground water. The depth of the level is from a few centimetres to 4.5 m. The height of the level is prone to frequent changes due to changes in the wind. In the case of south-easterly winds, overturning phenomena occur and the groundwater level rises. The reverse pattern is observed with the driving winds of north-westerly rhumbs. Water is mostly of the same quality as in estuaries, as they are interconnected. Fresh water is often replaced by sea water on the embankments with driving winds. Water mineralization ranges from 2 to 36 g/l (in particular, lakes Sasyk, etc.).

Fresh water lenses with a thickness of 0.2 m to 0.9 m are often observed on the surface of saline groundwater. The flow rates of wells operating such lenses do not exceed 0.1-0.2 l/sec at drops from 0.2 m to 0.4 m. Large declines are dangerous due to the possibility of saltwater intrusion.

The aquifer is fed by the waters of estuaries and the sea, precipitation and water vapour condensation. Unloading takes place in estuaries and the sea, as well as evaporation.

The waters of the aquifer in estuarine and estuarine sediments on the territory are almost not used.

***Aquifer of undissected Quaternary lacustrine, lacustrine and marine sediments (L, La, mQ<sub>I-IV</sub>)***

Widespread within the flood plains of the Danube River valley (in the delta). The described part belongs to the floodplain of the left bank and the delta of the Kiliy estuary, which occupies the southern part of the territory. Flood formations are more variegated. Represented by sand-clay rocks of various genesis: there are alluvial, alluvial-limnic, alluvial-marine, alluvial-limnic-marine and marine formations.

Alluvial deposits in the eastern part are underlain by alluvium of the Pliocene terraces, but in some areas, to the west, by deposits of the Pontic layer.

The groundwater table lies at depths from 0 to 2 m. The flow rates of the wells do not exceed 0.03-0.5 l/sec at drops of up to 2 m.



The flow rates of the wells did not exceed 0.5 l/sec at depths of up to 1 m. The filtration coefficients of clay silty rocks range from 1.2 to 10.0 m/day, and sands with shells - up to 77.0 m/day [71].

The chemical composition of the water is sodium sulfate and sodium chloride with mineralization from 2 to 30 g/dm<sup>3</sup>. Occasionally, in the area of Vylkove "hills", freshwater lenses of hydrocarbonate-calcium composition with mineralization up to 0.3 g/dm occur<sup>3</sup>.

The aquifer is fed by surface water and precipitation infiltration. The salinization of waters and soils can be associated with the processes of intense evaporation both in the present and in the ancient Quaternary time. Due to pollution and salinity, the groundwater of the floodplain is not used for practical purposes.

***Aquifer of undissected Quaternary eolian-deluvial sediments (vdQ<sub>I-III</sub>)***

Widespread in the northern part of the studied territory, has a sporadic distribution. Groundwater is restricted to loess-like loams that make up plateaus and gentle slopes. Either heavy varieties of these loams or red-brown upper Pliocene clays lie in the sole.

Groundwater. They lie at depths from 0.4 m to 20 m. Such a difference in levels indicates the possible presence of lenses of the top. The flow rates of the wells reach 1.4 l/sec with a drop to 5-6 m. Areas of irrigated massifs and floodplain terraces are especially rich.

The chemical composition of underground waters of loams is very diverse, but sulfate-sodium prevails. Mineralization ranges from 0.6 to 93 g/dm<sup>3</sup>. The aquifer is fed by infiltration of atmospheric precipitation, inflow of water from irrigated massifs and pressure water from the alluvium of supraflood terraces, unloading - to feed the alluvial alluvium, evaporation and transpiration by plants.

In connection with the extensive construction of irrigation systems and the supply of a large amount of water to the fields, loess-like loams are flooded. In this connection, undesirable phenomena such as soil salinization at a high groundwater level (less than 3 m), subsidence may occur.

***The aquifer complex of Upper Pliocene and Quaternary deposits of supraflood terraces (aN<sub>2</sub><sup>3</sup>Q<sub>I-III</sub>)***

Spread in a narrow strip along the left side of the river valley. Danube and the Black Sea coast. It includes flooded deposits of the second and fifth floodplain terraces of the river. Danube and the undissected complex of buried Pliocene terraces. The terraces are covered with loess loam, which also contains underground water. The deposits of the terraces are underlain by rocks of the Pontic and Meotic stages.

Water-bearing are fine and multi-grained clayey sands with inclusions of lenses and interlayers of gravel and pebbles. Their power varies from 2-3 m to 21 m. The waters are under



pressure, the pressure reaches 49 m, increasing as the terraces dip to the south. The complex is quite watery. The flow rates of wells vary from 0.06 to 3.6 l/sec at depths from 5 m to 48 m.

Sand filtration coefficients are small - 0.1-8.13 m/day. The waters are salty with mineralization from 3 to 66 g/dm<sup>3</sup>, by chemical composition sodium chloride and sodium sulfate. The aquifer is fed by the infiltration of river waters and pressurized groundwater of pontic sediments lying directly under the alluvium of the terraces. Due to the high mineralization, the groundwater of this horizon is not used in the territory.

***Aquifer of Middle Pliocene alluvial deposits (N<sub>2</sub><sup>2</sup>)***

Widespread in a small area of the floodplain of the river. Danube, in the south-western part of the territory. Within the area of its distribution in Izmail, the waters of this horizon are used for centralized water supply.

Water-bearing are medium- and coarse-grained sands with layers of gravel and pebbles. Their capacity is 16 m.

Quaternary clays lie in the roof, pontic clays in the sole. Groundwater is discovered by one well in the village. Kyslytsia in the sands, at a depth of 35 m. The piezometer was installed at a depth of 0.9 m, flow rate 3.6 l/sec, drop 19.2 m, sand filtration coefficient 8 m/day. The waters are brackish with a mineralization of 4.9 g/dm<sup>3</sup>, with a chemical composition of sodium chloride. The aquifer within the eastern part of the studied area has no practical significance.

***Aquifer of sediments of the Pontic layer (N<sub>2pn</sub>)***

Clays of the same age or Upper Pliocene lie in the roof of the aquifer, and Pontic or Meotic clays in the sole. Sands contain water and limestones from 0.2 m to 13 m thick.

Water with a free surface can be observed on most of the area, it sinks to a depth from north to south, and pressures up to 40-50 m appear.

The groundwater level of pontic sediments lies at depths from 4 m to 21 m, at absolute marks from *plus* 2 to *plus* 70 m. The aquifer is quite saturated with water. The flow rates of the wells range from 1 to 30 l/sec at depths of 2 m to 5 m, the filtration coefficients are from 6 to 158 m/day.

In the southern regions, when terrain marks are close to zero, wells are self-draining.

The pontoon deposits in the area of the Tatarbunar irrigation system are especially saturated with water. Here, this aquifer receives additional power due to the filtration of water from the reservoir, increasing its flow rate (with self-draining) from 20 to 30 l/sec.

According to the chemical composition, the underground waters of the Pontic aquifer are predominantly sulfate-sodium and chloride-sodium. Only here and there in the north and west of

the territory are sodium bicarbonates with mineralization of  $0.6-3 \text{ g/dm}^3$ , on the rest of the area - from 3 to  $30 \text{ g/dm}^3$ . In the area of the lake Sasyk mineralization reaches  $117 \text{ g/dm}^3$ .

The aquifer is fed by infiltration of water from loams, infiltration of atmospheric precipitation along the slopes and inflow of surface water in the southern part of the lake. Kytai, where the Pontic sediments go below the water level in the lake. The flow occurs in the direction of the beams and to the south in the direction of the dip of the rocks. In the area where the complex of Pliocene terraces is spread, the underground waters of the Pontus are closely connected with the Upper Pliocene and feed them.

Groundwater of pontic sediments is of practical importance for water supply in the western and central parts of the territory. In connection with the inflow of water from irrigated massifs, desalination and an increase in the level of groundwater in the Pontic sediments should be expected.

#### ***Waters of sporadic distribution of sediments of the meotic stage ( $N_{1m}$ )***

They are limited to separate lenses and layers of sands among the layers of clays. The depth of water-bearing lenses and layers is from 4 m to 90 m. In the area of st. Dzinilor in the sands of Meotis at a depth of 65-70 m, sulfate-sodium water with a mineralization of  $8-10 \text{ g/dm}^3$  was found<sup>3</sup>. The flow rate of the wells was 0.2-1 l/sec.

Chloride-sodium waters with mineralization of  $6-7 \text{ g/dm}^3$  were found at a depth of 60-70 m<sup>3</sup>. The flow rate is 1-2 l/s at a drop of 35-44 m. Water of a similar composition, with pressures up to 60 m, apparently, they are contained in the interlayers and lenses of sand deposits of the meotic layer and on the other areas of research. They have no practical meaning.

#### ***The aquifer of sediments of the Upper Sarmatian sub-tier ( $N_{1s3}$ )***

Widespread throughout the territory. Groundwater is confined to numerous layers of limestone and accumulations of shells with a thickness of 0.3 m to 13 m with a total thickness of deposits up to 131 m. Aquifers (behind production wells) are observed at various depths from 60 m to 200 m.

Dense clays of Upper and Middle Sarmatian age lie in the sole, and Upper Sarmatian and Meotis clays in the roof. Water pressure. The magnitude of the pressure increases to the south from 45 m to 188 m. The underground water level is at about 5 m in the south. Flow rates of wells in limestones range from 0.4 to 32 l/sec at depths of 20-85 m. Somewhat more water-saturated layers of sand and shells. The flow rates of the wells here increase to 5 l/sec at depths of up to 30 m. The filtration coefficient is 1-76 m/day. Predominant flow rates of operational wells do not exceed 1-1.5 l/sec at 25-30 m drops.

Waters differ in chemical composition and mineralization. In the northern part of the research area, waters of sulfate-sodium and mixed (complex) composition with mineralization up

to 3 g/dm are developed<sup>3</sup>. In the southern part of the territory, there is exclusively chloride-sodium water with mineralization from 3 to 8.5 g/dm<sup>3</sup>.

The aquifer is recharged outside the research area. The consumption of the underflow, approximately calculated according to the hydroisopies plus 5 m, amounted to about 2.3 million m<sup>3</sup>/year, when taking about 1.5 million cubic meters by operational wells<sup>3</sup>/year, which allows for a significant increase in water withdrawal without much damage to the main parameters of the horizon.

***The aquifer of the sediments of the Lower-Middle Sarmatian sub-layers (N<sub>1S1-2</sub>)***

Widespread throughout the research area. Limestones of the Middle and Lower Sarmatian are water-bearing, differing only in fauna. In the southern part of the territory, where Lower Sarmatian sediments are represented by clays, groundwater is limited only to Lower Sarmatian limestones. In the roof there is a layer of dense green clay with a thickness of 10 m to 30 m, in the sole there are clays and dense differences of dolomitized limestones of the lower Sarmatian bottoms.

The roof is on the marks from *minus* 130 m in the north to *minus* 200 m in the south.

The aquifer is pressure, the amount of pressure is from 40 m to 299 m. The depth of the piezometric level in the wells varies from 7 m to 91 m. The water saturation of the aquifer most often depends on the degree of fractured limestone. Flow rates of wells range from 0.3 to 10 l/sec. at descents from 0.5 m to 76 m, the prevailing - 2-3 l/sec at descents of 20-30 m. The filtration coefficients of limestone vary from 0.3 to 8.2 m/day.

According to the chemical composition and mineralization of the underground waters of the horizon, the entire area of its distribution is sharply divided into two parts: north-western (smaller) with bicarbonate-sodium type waters and mineralization from 1.6 to 3 g/dm<sup>3</sup> and the other - with chloride-sodium type waters and mineralization from 3 to 14 g/dm<sup>3</sup>. The presence of hydrogen sulfide in the waters is characteristic, the content of which reaches 80 g/dm<sup>3</sup> in the north-eastern part of the territory. The flow direction is from north to south. Most of the aquifer is located in a zone with difficult water exchange.

For the purpose of water supply, the underground waters of the Middle-Lower Sarmatian sediments are not used in the studied area.

***The aquifer complex of sediments of the Paleogene system (P)***

Paleogene sediments are not distributed only from a narrow strip along the valley of the river Danube. The underground waters of the Paleogene sediments were discovered and tested by a well in the eastern part of the territory. They are found in the interval 514.7 - 590 m, at the *minus* 503 m mark.

Siltstones, sands and fractured marls are water-bearing. Paleogene clays or Mayachkin formations lie in the roof, clays and dense differences of Paleogene marls, Upper Cretaceous chalk, Lower Cretaceous clays, and variegated Jurassic clays lie in the sole.

The water is under pressure, the pressure reaches 517 m. The piezometric level was established 2.3 m above the mouth of the well. The flow rate of the well is 5 l/sec at a drop of 20 m. The waters are salty, chloride-sodium type with mineralization of 10.2 g/dm<sup>3</sup>. The water contains bromine up to 21.3 mg/dm<sup>3</sup> and boron - 36 g/dm<sup>3</sup>. Apparently, waters of a similar composition are contained in the sediments of the Paleogene system in another area of its distribution. For practical purposes, the underground waters of the Paleogene sediments are not currently used

### **Hydrogeological zoning**

As follows from the description of the aquifers spread over the area of the studied territory, the main aquifers that are practically used are confined to the deposits of the Sarmatian layer. In some areas, the Pontic aquifer can be used [72].

Taking into account the possibility of using groundwater for water supply purposes, the research areas are highlighted 2 districts:

1. Area of possible use of groundwater of Sarmatian sediments (located to the north of the area of planned research).
2. An area that does not have groundwater suitable for drinking water supply.

The territory of the planned research belongs to the second district, where the existing aquifers contain highly saline waters and brines. Only in some small areas is it possible to use pontic sediments by small consumers of groundwater [73-75]. Water supply is carried out at the expense of surface waters from lakes Katlabukh, Kytai and reservoirs, as well as at the expense of waters of the river. Danube.

### **Hydrogeological regularities, formation conditions and underground water regime**

The research area is located in a semi-arid climate zone. The amount of atmospheric precipitation does not exceed 350 mm per year, evaporation reaches 1100 mm per year. The Black Sea, numerous estuaries and the Danube River have a great influence on the formation of the chemical composition of groundwater. The groundwater of the entire area is characterized by an increase in mineralization with depth and in the direction to the south.

According to the conditions of occurrence and the position of groundwater in relation to the basis of erosion, they are distinguished three zones.

- 1. Zone of active water exchange (upper)** widespread from the surface to a depth of 50-80 m. It includes all groundwater and waters of Pontic, Pliocene and Meotic sediments.

The waters of the upper zone lie above the base of erosion and are drained by the slopes of river valleys, in gullies and ravines. Groundwater is subject to a strong influence of climatic factors and the influence of infiltrating surface waters.

The groundwater supply area of the upper zone coincides with the distribution area. Their movement takes place to the south and from the watersheds to the drains.

Groundwater feeding of the upper zone is carried out by infiltration of atmospheric precipitation and penetration of surface water during floods, as well as from slopes and irrigated massifs. In the conditions of the watersheds and in the sources of the valleys, fresh waters of a bicarbonate-sodium composition with a mineralization of up to 1 g/dm are formed<sup>3</sup>. When they move to the south or to the nearest drain due to leaching of salts and strong evaporation processes, the chemical composition becomes more complex, sulfate-sodium, at the same time mineralization increases to 5-10 g/dm<sup>3</sup>.

Groundwater of pontic sediments is generally subject to general patterns. However, in coastal areas near salty estuaries, the formation of their composition is greatly influenced by the salt-bearing sediments of the estuary bottom and the salty waters of the estuary themselves. Azonal chloride-sodium waters with mineralization from 30 to 117 g/dm are formed in these areas<sup>3</sup>.

Within the floodplain and suprafloodplain terraces of the river. The Danube produces water with a varied chemical composition, but with a huge predominance of sulfate-sodium with mineralization from 0.5 to 10 g/dm<sup>3</sup>. Two factors have a decisive influence on the formation of the chemical composition here:

- 1) The closeness of the groundwater table to the surface and the high rate of evaporation lead to the accumulation of salts, that is, to an increase in mineralization.
- 2) The inundation of floodplains and partially supraflood terraces by flood waters leads to the washing of rocks and desalination of waters.

In the Pliocene sediments of the Danube terraces, waters of sulfate-sodium and sulfate-chloride-sodium-magnesium compositions with mineralization from 5 to 18 g/dm are formed<sup>3</sup>. This is explained by the fact that the Pliocene terraces to the east plunge to a great depth and that they still retain the relict sea waters of numerous transgressions of the Quaternary time.

In the upper part of floodplain, estuarine and watershed sediments, freshwater lenses of hydrocarbonate-sodium composition with mineralization up to 1 g/dm are often formed<sup>3</sup>. This is explained by the penetration of either surface water or atmospheric precipitation, which would float on more mineralized waters. Such lenses are usually short-lived, and with increased use of them, fresh water is often replaced by salt water.

The underground water regime of the upper zone is characterized by sharp and rapid changes in chemical composition, mineralization and levels both in area and in time.

**2. Zone of difficult water exchange** includes underground waters of Sarmatian sediments lying at depths of 50-120 to 300 m. These are interlayer pressure waters of the Black Sea Artesian Basin isolated from the surface. The flow direction is south, the feeding area is far to the north, the discharge area is possibly located in the southern part.

The formation of the chemical composition and regime of these waters is mainly influenced by the chemical composition of water-bearing rocks and their depth. According to the chemical composition, the water-bearing rocks of all three sublayers are the same, carbonate (limestones, calcareous sands, shell accumulations). The depth of occurrence increases in the southern direction.

In the northern part, waters of a bicarbonate-sulfate-sodium composition with mineralization from 2 to 3 g/dm<sup>3</sup> are formed. To the south, with the sinking of the rocks, the composition changes to chloride-sodium with mineralization up to 10-14 g/dm<sup>3</sup>.

The regime of levels, chemical composition and mineralization of underground waters of the Middle Sarmatian aquifer is quite stable. The water levels of the Upper Sarmatian sediments in areas of intensive exploitation tend to decrease.

Hydrogen sulfide in the amount of up to 80 g/dm<sup>3</sup> was found in the gas composition of Middle-Lower Sarmatian waters.

**3. Zone of stagnant waters** (lower) is at depths over 350 m in the north and over 140 m in the south. It includes underground waters of Paleogene, Cretaceous and Jurassic sediments. Aquifer complexes with slow water exchange are isolated from the surface and lie at great depths. Under these conditions, salty waters of chloride-sodium composition with mineralization from 10 to 113 g/dm are formed<sup>3</sup>. Judging by the high content of boron, bromine and iodine, it seems that the relic waters of former sea basins are stored here. The groundwater regime is stable. The presence of methane in the Paleogene aquifer complex was observed.

The thermal regime of groundwater for the first two zones is approximately the same. All of them belong to chloride with a temperature of *plus* 20°C. The waters of the lower zone have a higher temperature - up to *plus* 34.5°C and are considered warm.

The presence of trace elements is known for the groundwater of the two upper zones: contents *copper* varies from 10 to 100 µg/l, for the background - 1-4; *nickel* - from 7 to 100 µg/l, against a background of 1 µg/l; *zinc* - up to 300 µg/l, with a background of 30 µg/l; *lead* - from 1 to 5 µg/l, *cobalt* - from traces to 2 µg/l, *chrome* - from traces to 20 µg/l, *vanadium* and *zircon* - from traces to 20 µg/l [62].

### **Protection of underground waters**

Depending on the geological structure of the territory and the presence or absence of aquifers of the necessary capacity in the geological section, underground waters are either protected or unprotected from pollution.

In our case, according to the geological structure of the research area, which includes the left bank of the Kili branch, there are two regional aquifers [72].

*The first regionally aged waterproofing*, which separates aquifers in aeolian-deluvial loams and in limestones and sands of the Pontic layer, belongs to the deposits of the Middle-Upper Pliocene ( $N_2^{2-3}$ ) and is represented by red-brown dense, greasy clays with a thickness of 2-8 m.

*The second regional waterproofing*, which separates the pressure waters of the Upper Sarmatian sediments from the overlying aquifers, represented by dense Meotis clays ( $N_{1m}$ ), the capacity of which is 77 m.

Thus, there are no water barriers of sufficient power in the aeration zone, that is, **groundwater unprotected** from surface pollution (figs. 4.10 a, b, 4.11).

At the same time, they are not essential **interlayer aquifers**, which lie above the meotic layer, depending on the strength of waterproof rocks, belong to *conditionally protected* (Figures 4.10 a, b, 4.11), that is, in the case of their pollution, there is a potential threat of river water pollution in the Kili branch.

To *protected* refers to the aquifer **Upper Sarmatian** ( $N_{1s^3}$ ) sediments, which is covered by a thick layer of meotic clays.

Such a situation indicates the need for conducting field hydrogeological studies to assess the current ecological state of ground and interlayer groundwater drained by the Danube river.

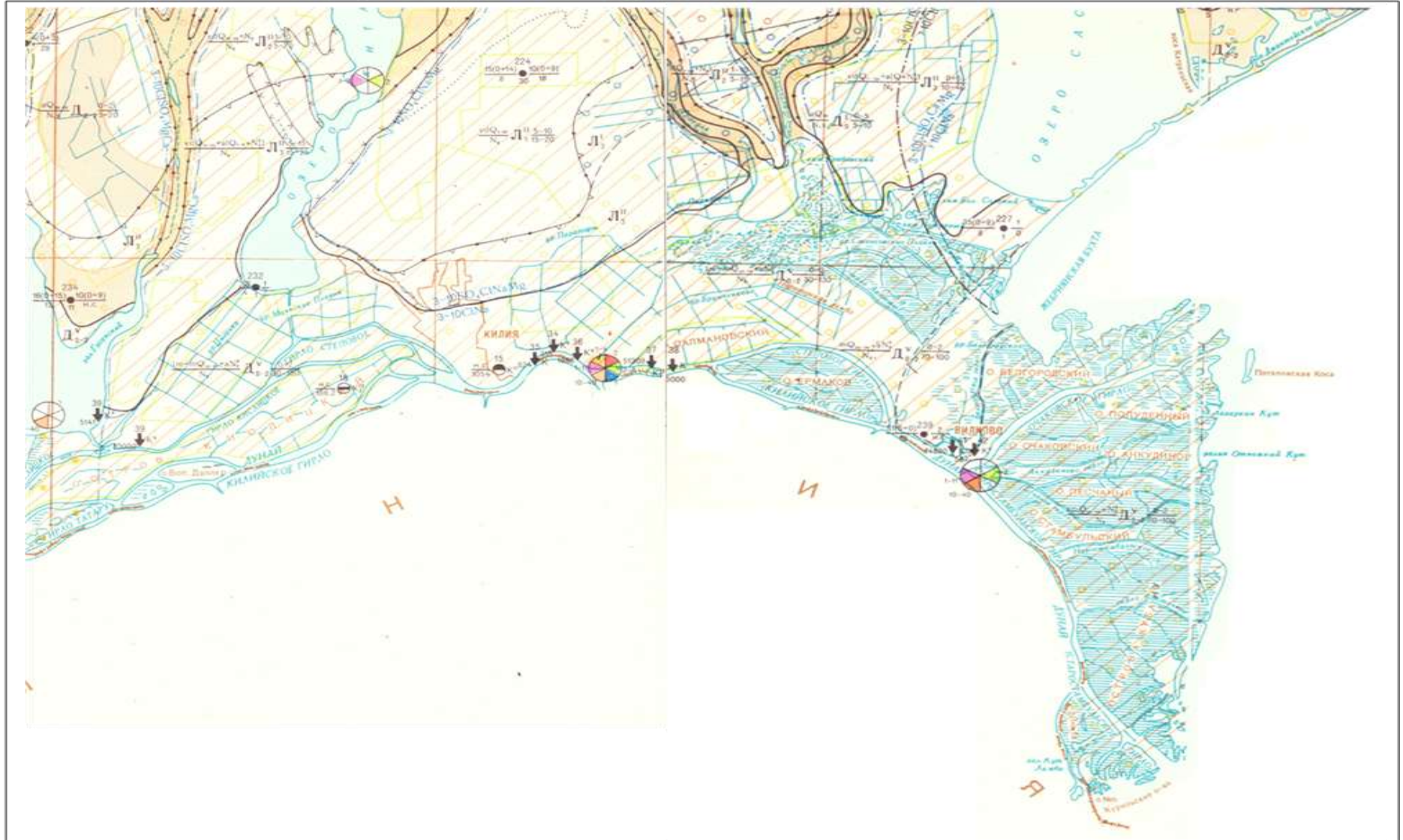


Figure 4.10 a – Groundwater protection map of the research area



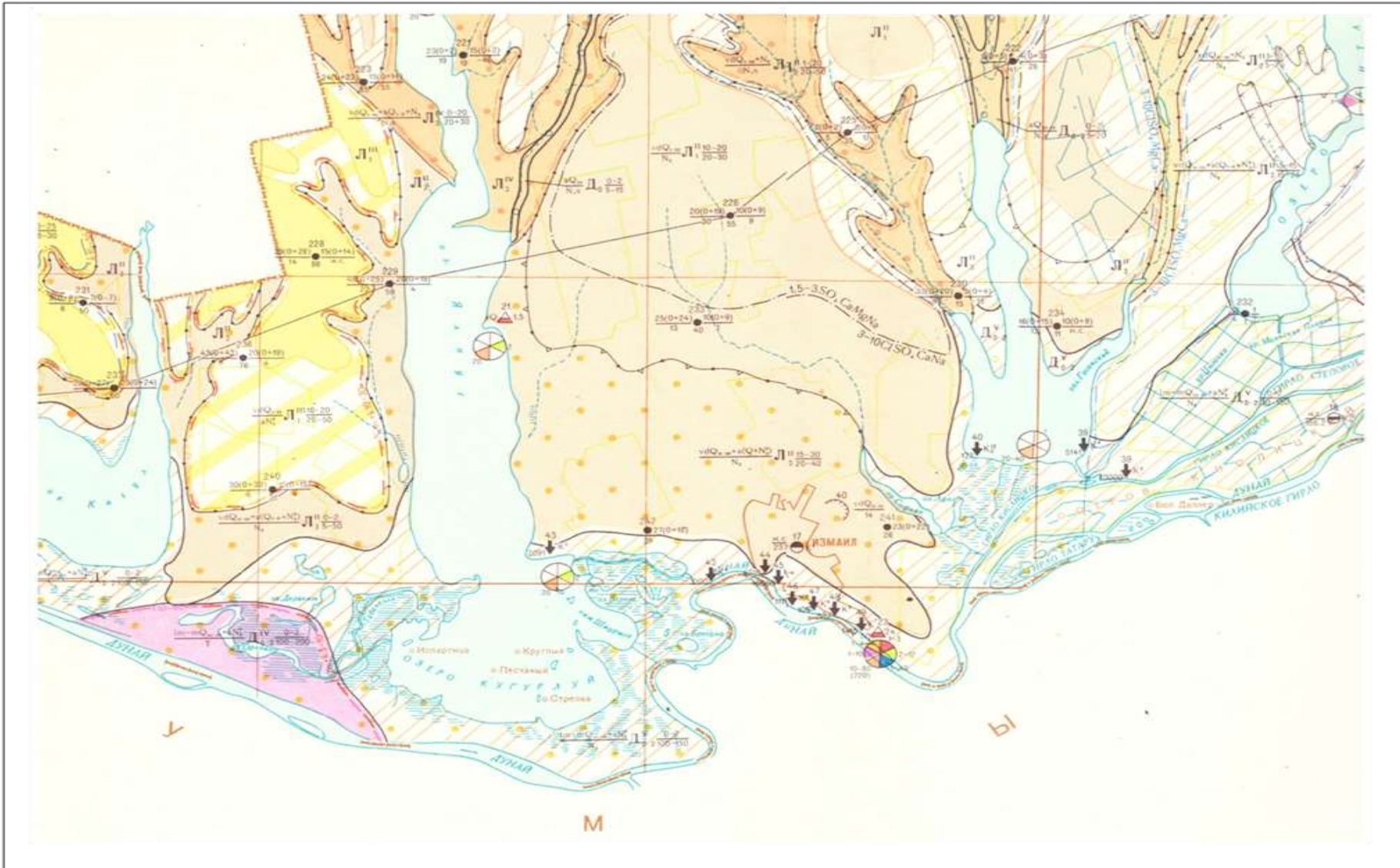


Figure 4.10 b – Groundwater protection map of the research area

**Map conventions:**

**Groundwater**

*Aquifers and complexes*

*Not protected*

Main	Non-main	
		Alluvial-deluvial modern (adQIV); alluvial upper Quaternary and modern (aQIII-IV) alluvial lower middle Quaternary and aeolian-deluvial Middle-Upper Quaternary (αQI-II+vdQII-III) sediments.
		Aeolian-deluvial Lower-Upper Quaternary loess (ydQI-III) sediments. Loams, light, medium, heavy.
		Alluvial Upper Pliocene and Lower-Middle Quaternary and Eolian-deluvial Middle-Upper Quaternary loess (a(N23+QI-II) vdQII-III) sediments. Sands, sandy loams, loams, siltstones, gravels, pebbles.
		Alluvial Upper Pliocene and estuarine-marine Upper Quaternary and modern (aNz2 + Im - mQIII-IV) or alluvial-marine Upper Quaternary and modern (aN22 + amQIII-IV) or marine Upper Quaternary and modern (aN22 + mQIII-IV) sediments. Sands, sandy loams, silts, gravels, pebbles, silt.
		Undivided Pliocene, alluvial Lower-Middle Quaternary and Aeolian-deluvial Middle-Upper Quaternary loess (N2 + aQI-II + vdQII-III) sediments. Sands, limestones, siltstones, sandy loams, loams, gravels, pebbles.
		Sarmatian and alluvial-deluvial modern (N1S + adQiv) or alluvial deposits. Sands, limestones, marls, sandy loams, gravels, pebbles.

**Interstitial waters**

*Aquifers and complexes*

*Protected*

*Conditionally protected*

Main	Non-main	Main	Non-main	
				Alluvial Upper Pliocene deposits (aN23). Sands.
				Undivided Pliocene (Novorossiysk - N2nv, Cimmerian - N2k, Kuyalnik - N2lg, Poratian - N2pr) sediments. Sands, limestones, siltstones, sandy loams.
				Sarmatian deposits (N1S). Sands, limestones, marls, siltstones.
				Triassic deposits (T). Limestone with dolomite interlayers.

Note: the map shows the protection of the first aquifer (complex) from the surface

**Geological and stratigraphic aquifer (complex)**

	The boundary of areas with different geological and stratigraphic structure of the rock strata up to the first water table within certain morphological sculptures or river valley terraces.
	Boundary of areas with different thickness of rocks of the aeration zone within individual morphological sculptures or river valley terraces.

$$\frac{vdQ_{I-III}}{N_2} \quad \text{II}_1 \text{ II} \quad \frac{2-5}{5-15}$$

In the middle is the index of the morphosculpture (site);  
 on the left in the numerator - age and genesis (for Quaternary sediments) of sediments before the first water table,  
 in the denominator - interbedded aquifer,  
 on the right in the numerator - thickness of rocks of the aeration zone, m  
 in the denominator - thickness of rocks to the first water table, m

Map conventions:**BOUNDARIES AND INDICES OF GEOMORPHOLOGICAL AND SOME STRUCTURAL ELEMENTS**

- boundaries of river valleys;



- boundaries of morphosculptures;



- boundaries of plots;

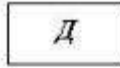


- boundaries of river valley terraces;

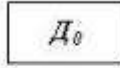


- boundaries of the Danube-Dniester buried Lower-Middle Quaternary terraces.

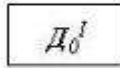
*Note: The boundaries of morphosculptures coincide with the boundaries of hydrogeological*



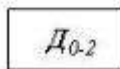
- **Accumulative alluvial plains of river valleys and large gullies** on rocks of different age and lithological composition



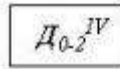
- Floodplains of small rivers and gully bottoms, which are composed of modern sediments:



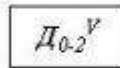
- alluvial-deluvial sandy loam deposits overlying Meotian-Sarmatian clays, which are underlain by Sarmatian carbonate rocks (within river basins 2.1, 3.2, 4.1, 9);



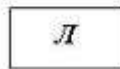
- Alluvial plains of floodplains and 1-11 floodplain terraces composed of modern and Upper Quaternary rocks:



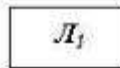
- Estuarine marine and Upper Pliocene sandy-silt and clay deposits overlying Triassic clays, which are underlain by Triassic limestones with dolomite beds (within the Danube River Valley);



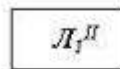
- Estuarine-marine, alluvial-marine or marine and Upper Pliocene alluvial sandy-silt deposits overlying Pliocene clays underlain by Pliocene clay-carbonate rocks (within the Danube River Valley);



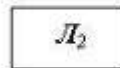
- **Lowland plain of the Black Sea Basin** on Neogene basement



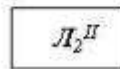
- Accumulative-denudation dismembered Danube-Dniester and Dniester-Buska loess plains, composed of aeolian-deluvial lower-upper Quaternary loams, which overlie red-brown clays:



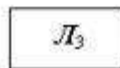
- Pliocene undivided sandy clay and carbonate deposits;



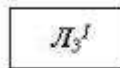
- Plain slopes (no red-brown clays), covered by eolian-deluvial or deluvial Quaternary and modern deposits, composed of:



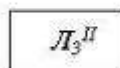
- Unfragmented Pliocene sandy clay and carbonate deposits on Meotian-Sarmatian clays underlain by Sarmatian carbonate rocks;



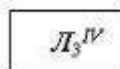
- Forest plain within the Danube-Dniester buried lower- to middle-quaternary terraces, composed of eolian-deluvial middle- to upper-quaternary and alluvial lower- to middle-quaternary sediments:



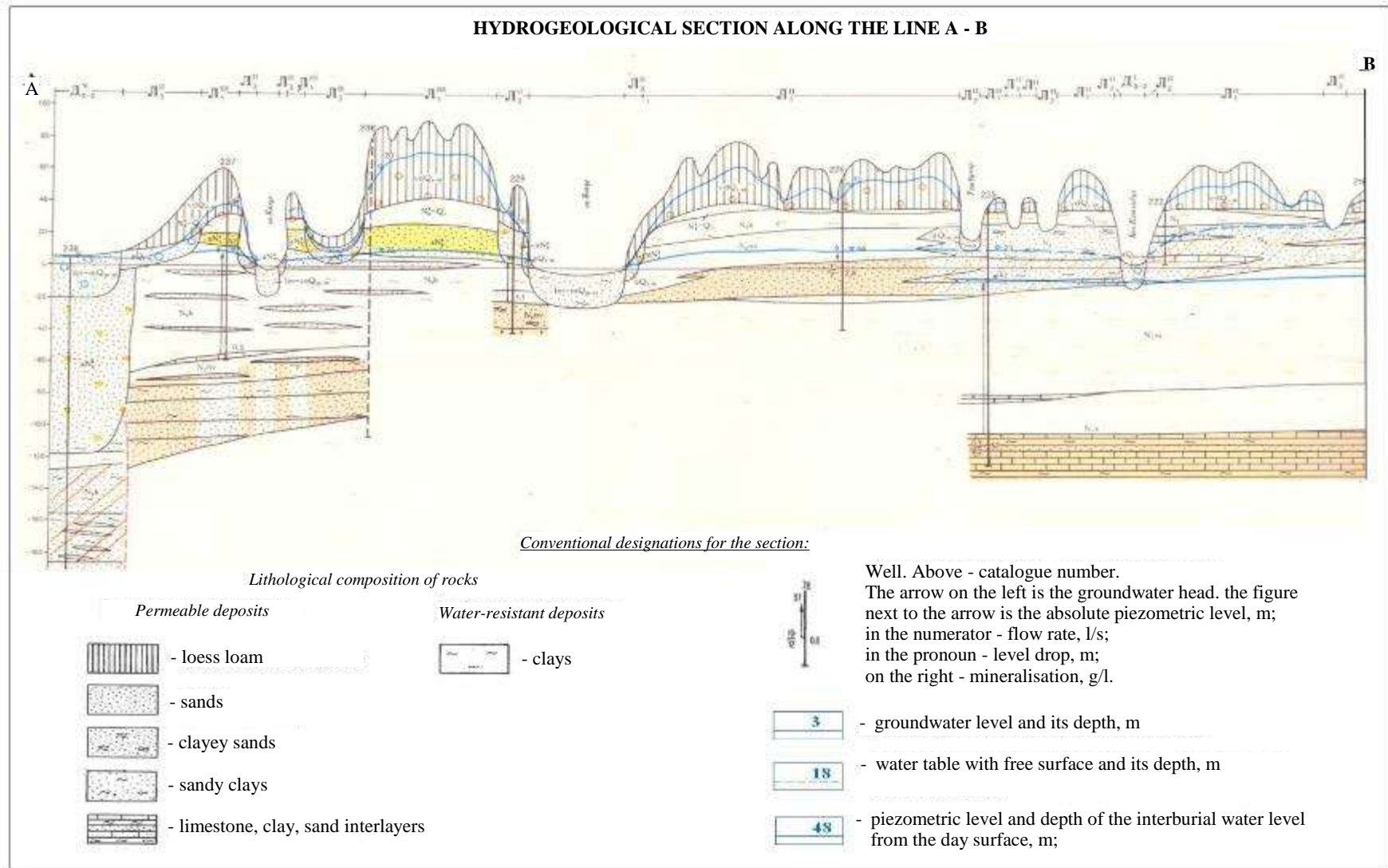
- loams, sandy loams and sands overlying red-brown Pliocene-Quaternary clays, which are underlain by Pliocene sandy-carbonate deposits;



- and Upper Pliocene loams, sandy loams and sands overlying Pliocene clays underlain by Pliocene sandy-carbonate deposits;



- and Pliocene loams, sandy loams, sands and limestones overlying Meotian-Sarmatian clays underlain by Sarmatian limestones;



**Figure 4.11 – Hydrogeological section of the research area**



**Map conventions:**

***The first water core from the surface***

Distribution contour	Isopachite, m	
	10	Upper Pliocene-Lower Quaternary red-brown clays.
	3-10	Lower-Middle Pliocene (Novorossiysk and Cimmerian) clays.
	10-60	Triassic clays.

***Mineralisation and chemical composition***

	The boundary of groundwater distribution of the Quaternary aquifer with mineralisation over 1.5 g/dm <sup>3</sup> .
	The boundary of groundwater distribution in the Pliocene aquifer with a salinity of more than 1.5 g/dm <sup>3</sup> .
	Groundwater distribution boundary in the fracture (from left to right): mineralisation, g/dm <sup>3</sup> ; typical chemical composition of water (HCO <sub>3</sub> - hydrocarbonate; SO <sub>4</sub> - sulphate, Cl - chloride; Na - sodium, Ca - calcium; Mg - magnesium).
	Boundaries of the areas of anhydrous rocks distribution on the first local water table.

***Potential sources of groundwater pollution***

	Domestic wastewater filtration fields. Above - catalogue number; on the left in the numerator - area, km <sup>2</sup> ; in the denominator - amount of wastewater supplied (thousand m <sup>3</sup> /year); on the right - conditional index of the polluting complex of ingredients.
	Wastewater filtration fields for industrial and livestock complexes. Above - catalogue number; on the left in the numerator - area, km <sup>2</sup> ; in the denominator - amount of wastewater supplied (thousand m <sup>3</sup> /year); on the right - conventional index of the polluting complex of ingredients.
	Sites where polluted wastewater is discharged into surface water bodies. Above - catalogue number; on the left - amount of wastewater discharged (thousand m <sup>3</sup> /year); on the right - conditional index of the polluting complex of ingredients.

***Detected groundwater contamination at water intakes***

	Groundwater intake type. Pesticide contamination. Top: water intake number; left: geological index of aquifer rocks; right: amount of water withdrawn (m <sup>3</sup> /day).
--	--

***Surface water pollution***

	Phenolic pollution;		Ammonia pollution;		Pollution;
	LIQUIDS POLLUTION;		Nitrite pollution;		Iron contamination;

*Note: The number indicates how many times the maximum content of the pollutant exceeds the MPC*

**The scenario of the formation of the regime of underground and surface waters in the conditions of their interconnection and mutual influence**

Taking into account the geological structure, physical-geographical and hydrological-hydrogeological conditions in the research territory within the left bank of the Kiliyskiy arm, taking into account the migration of the coastal regulation line and the seasonal change of climatic factors

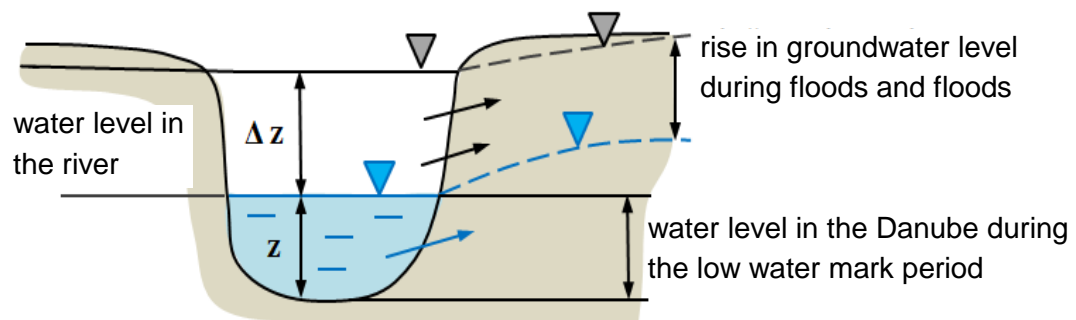
during the hydrological year, depending on the boundary or flood periods, the scenario of the formation of the surface water regime of the Kiliyskiy arm (river Danube) and underground waters interconnected with them, and, therefore, mutual influence, will have the following form.

***In conditions of spring-summer floods and autumn-winter floods***

The direction of movement of groundwater coincides with the slope of the surface of their level. It is not constant and changes depending on the conditions of feeding and drainage of the aquifer - during the border, the river drains groundwater, and its movement is directed towards its channel. During floods and floods, the river feeds aquifers and the flow of underground water changes its direction to the opposite.

In the Kiliya arm during spring floods and rain floods, the interrelationship of underground (soil and interlayer) and surface waters of the river The Danube flows in a supported mode, that is, the river feeds aquifers and the flow of groundwater does not discharge into its channel (Figure 4.12 a).

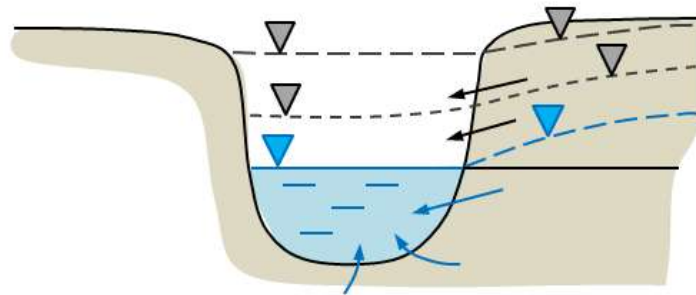
During this period, groundwater desalination occurs in the area of the floodplain of the Kiliya arm.



**Figure 4.12 a – Peculiarities of formation of the conditions of interconnection of underground and surface waters in the river. The Danube during floods and floods**

At the same time, a front of fresh and, taking into account their vulnerability, usually polluted groundwater is formed in the territory along the line of coastal regulation, the chemical composition of which depends on the presence of man-made pollution sources in the corresponding territory - man-made influence factors.

At the end of the flood, when the water levels in the Kiliya arm fall, as a result of its drainage properties, the flow of groundwater from the Ukrainian left bank is unloaded (mainly, it is a lateral tributary) and the groundwater level in the area of the river's drainage influence decreases (Figure 4.12 b).



**Figure 4.12 b - Features of the formation of conditions for the interconnection of underground and surface waters during the period of decline of water levels in the river Danube**

At the same time, polluting substances can enter with the underground flow, causing pollution of river waters.

Such a situation indicates the need to carry out calculations regarding the assessment of the state of underground and surface waters during the floodplain in order to determine the share (fate) of the introduction of pollutants into the river waters and the forecast of a possible change in their chemical composition and quality in the conditions of the decline of high waters.

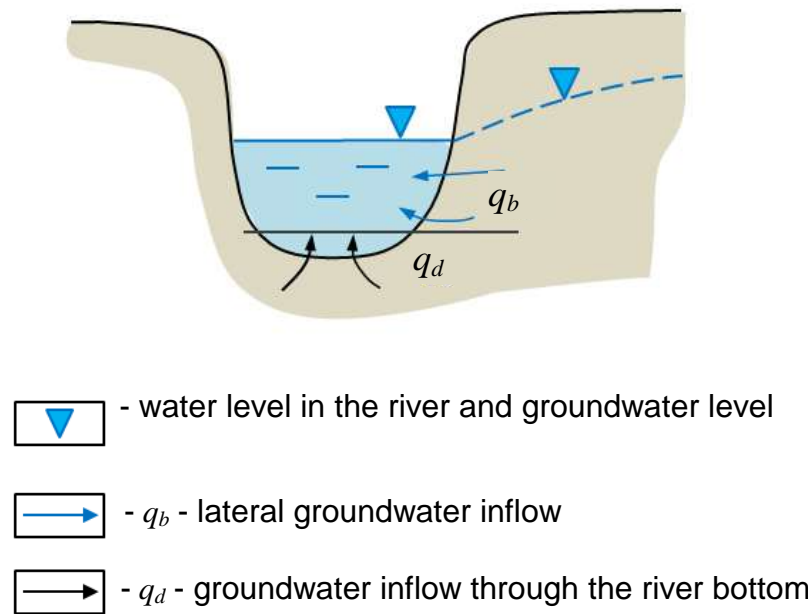
***In summer and autumn-winter conditions***

During the border, the river drains groundwater, as a result of which its movement is directed towards its channel. During the limited period of groundwater flow in the river Danube occurs as a side tributary ( $q_b$ ), and with inflow through the bottom ( $q_d$ ) (Fig. 4.13).

At the same time, due to the presence of silty bottom deposits, the inflow through the bottom of the river may occur somewhat in a complicated mode.

Under the conditions of dredging operations, the strength of bottom sediments will decrease and the inflow of groundwater through the bottom may increase. In addition, a drop in groundwater levels in the area of the river's draining influence is possible, and depending on their chemical composition, a change in the hydrochemical regime of surface waters in the Kili branch is possible.

For the boundary period, in order to assess the current state of underground waters and surface waters interconnected with them and forecast their changes in the conditions of the implementation of the planned activities, for the selection of the calculation period, an analysis was carried out to establish the hydrochemical regime of underground and surface waters in the territory of the selected region (Izmailskyi Chatal - Vylkove).



**Figure 4.13 – Peculiarities of underground water drainage in the low water period**

#### 4.6 Air condition

Atmospheric air pollution during planned activities **is not expected**.

There are no stationary emission sources. Possible sources of influence on the air environment are locations of construction machines, mechanisms and watercraft along the sea approach channel, Bystre, Starostambulskyi, Kiliyskyi arms (on the Vylkove - Izmailskyi Chatal section, 20.5 - 116 km); p. Danube (on the section Izmailskyi Chatal – Reni, 116.0 – 170.36 km) during the construction period and during operational dredging works; the places of movement of watercraft during the transportation of dredging soil from the area of the sea access channel to the sea underwater dump and the route of passage of transit vessels during the period of operation.

Emissions from the operation of watercraft and special construction equipment that are released into the atmosphere are unorganized and are carried out as needed. Concentrations of pollutants do not exceed the maximum permissible standards.

#### 4.7 Climatic factors

Negative impacts on climate factors, including climate change and greenhouse gas emissions, **is not expected**. A change in the microclimate as a result of the planned activity is not expected, since there is no release of heat, inert gases, moisture as a result of the object's operation. Features of climatic conditions that contribute to the increase in the intensity of the effects of the planned activity on the environment are absent. The planned activity will not affect the intensity of incident solar radiation, temperature, wind speed, humidity, atmospheric inversions, duration of



foggy periods and other factors. Features of climatic conditions that contribute to the increase in the intensity of the effects of the planned activity on the environment are absent.

#### 4.8 Objects of the nature reserve fund and territories that have a special nature conservation value

##### *Objects of the nature reserve fund*

**Minor impact is possible** to the objects of the nature reserve fund and territories that have a special nature conservation value due to the construction and operational works on clearing the bar of the Bystre estuary and deepening the bed of the Kiliyskyi and Starostambuly branches, as well as due to the intensification of water transport traffic.

According to the information located on the website of the Department of Ecology and Natural Resources of the Odesa Region (<https://ecology.od.gov.ua/perelik-terytorij-ta-obyektiv/>), in the Izmail District of the Odesa Region, the following territories and objects are naturally - the reserve fund of national and local significance (table 4.22).

**Table 4.22 - List of territories and objects of the nature reserve fund of national and local importance (as of January 1, 2021)**

No .	Name of the NRF object	Area, ha	Administrative placement and location of the NRF object	The name of the institution is the land user (land owner) in whose custody the NRF object is located	Resolution, decision according to which this NRF object was created (announced).
<i>Territories and objects of NRF of national significance</i>					
<b>Biosphere reserves</b>					
1.	Danube Biosphere Reserve	51547.90	Izmailskyi and Bilhorod-Dnistrovskyi (Kiliyskyi and Tatarbunarskyi) districts	NAS of Ukraine	Decrees of the President of Ukraine dated August 10, 1998 No. 861/98, February 2, 2004 No. 117/2004
<b>Customers</b>					
1.	"Snake Island"	232.00	Izmailskyi (Kiliyskyi) district, Snake island	Odesa Regional Communal Enterprise "Ostrivne"	Decree of the President of Ukraine dated December 9, 1998 No. 1341/98
2.	"Lake Kartal"	2141.20	Izmailskyi (Reniyskyi) district, outside the villages of Orlivka and Novosil'ske	Reni District State Administration, Orlivka Village Council, Reni District	Decree of the President of Ukraine dated September 10, 2019 No. 679/2019

3.	"Lake Cagul"	1411.00	Izmailskiy (Reniya) district, outside the villages of Orlivka, Nagirne and town of Reni	Reni district state administration	Decree of the President of Ukraine dated September 10, 2019 No. 679/2019
<b>Territories and objects of NRF of local significance</b>					
<b>Regional landscape parks</b>					
1.	"Ishmael Islands"	1366.00	Izmail district, islands of the Kiliya mouth delta of the river Danube: Tataru, Velykyi Daller, Malyi Daller	SE "Izmail forestry"	Decision of the Odesa Regional Council of People's Deputies of October 1, 1993 No. 496-XX
<b>Customers</b>					
1.	"Lung"	1452.85	Izmail district, Safyany rural territorial community (Staronekrasivka, Bagatyansk, Kislytsia village councils)	Agrarian and fishing cooperative "Prydunaiska nyva"	Decision of the Odesa Regional Council dated February 9, 2001 No. 263-XXIII, dated December 29, 2004 No. 551-IV
2.	"Baranivskiy Forest"	163.00	Izmail district, Izmail urban territorial community, Izmail, Izmail forestry, quarter 13-17, tract "Baranivka"	SE "Izmail forestry"	Decision of the Odesa Regional Council of March 20, 2009 No. 799-V
3.	"Lisky"	107.00	Izmailskiy (Kiliyskiy) district, Vylkove municipal territorial community (Vylkove city council), Vylkove Forestry, quarter 7, d. 1-18	SE "Izmail forestry"	Decision of the Executive Committee of the Odesa Regional Council of People's Deputies of 12/29/1978 No. 742, of 10/01/1993 No. 496-XXI
<b>Parks are monuments of garden and park art</b>					
1.	"City Garden"	1.50	Izmail district, Izmail urban territorial community, Izmail, Suvorov ave.	Department of housing and communal services of the Izmail city council	Decision of the executive committee of the Odesa region. Council of Workers' Deputies dated May 18, 1972 No. 234, Decision of the Executive Committee of the Odesa Region. Council of People's Deputies of October 2, 1984 No. 493, decision of the Odesa Regional Council of March 20, 2009 No. 802-V

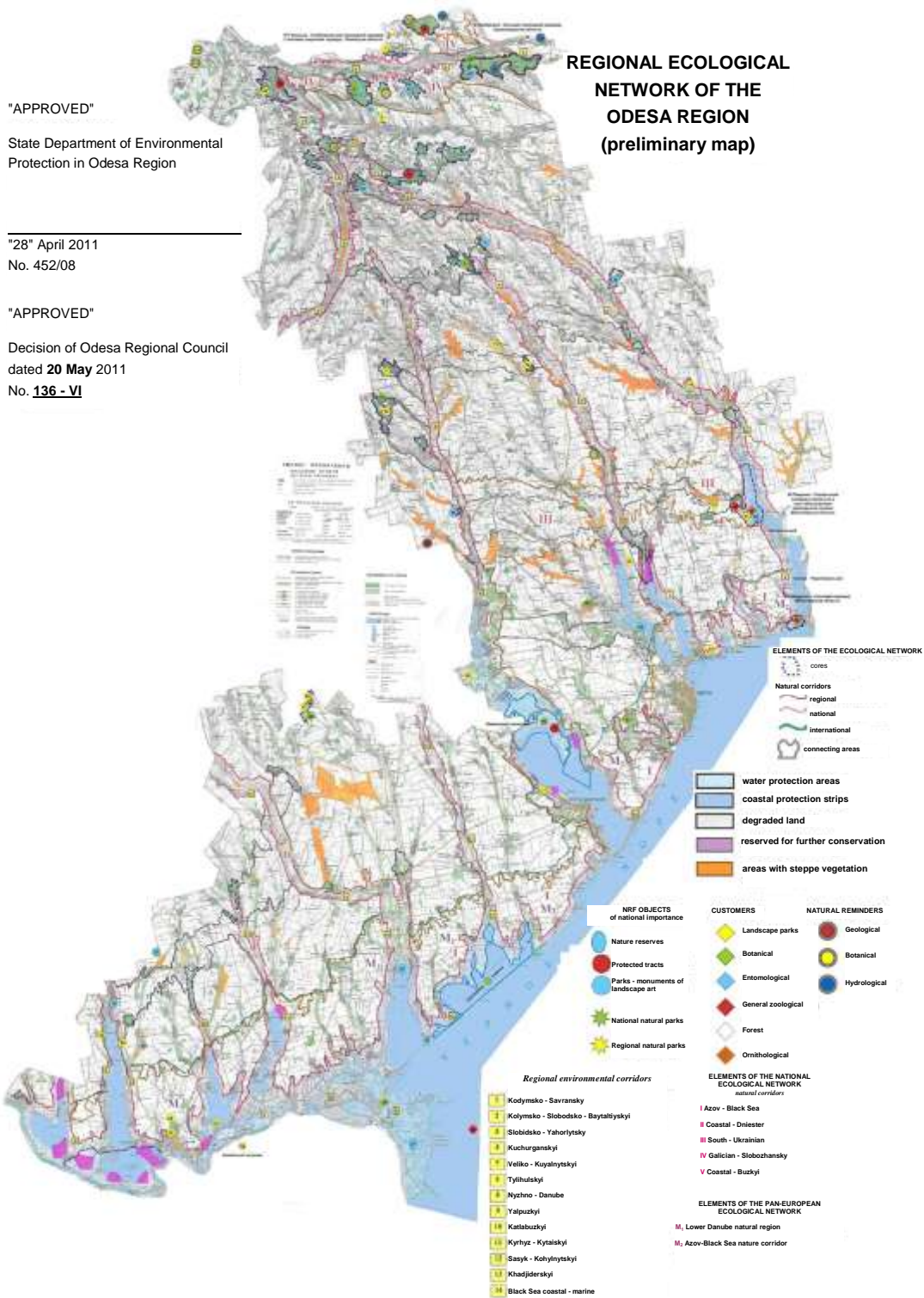
These objects are also marked on the scheme of the formation of the ecological network of the Odesa region, approved by the decision of the Odesa regional council No. 136-VI dated 05.20.2011 (Fig. 4.14).

The eco-network is a single territorial system, which is formed with the aim of improving the conditions for the formation and restoration of the environment, increasing the natural resource potential of the territory of Ukraine, preserving the landscape and biodiversity, habitats and growth of valuable species of animal and plant life, genetic fund, animal migration routes through a combination territories and objects of the nature reserve fund, as well as other territories that have a special value for the protection of the natural environment and are subject to special protection in accordance with the laws and international obligations of Ukraine.

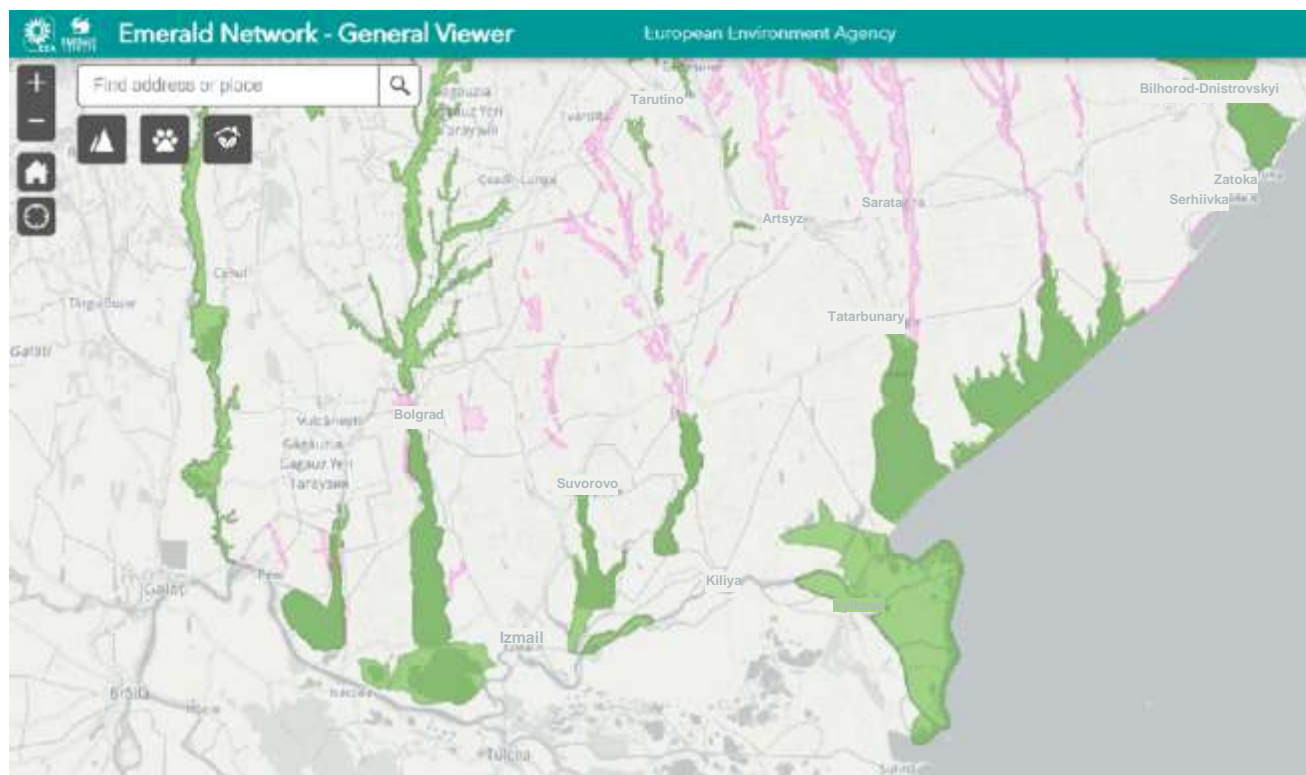
### ***Objects of the Emerald network***

The location of the planned activity is located next to the Emerald Network of Europe (Fig. 4.15). The purpose of creating the Emerald Network of Europe is to preserve natural fauna, flora and habitats. It was initiated and coordinated by the Berne Convention (1979). The Emerald Network has mostly the same foundations as NATURA 2000, but operates outside the European Union, developing a pan-European approach to the protection of natural habitat types. Currently, the European Union contributes, including financially, to the development of mechanisms for the protection of natural habitats and the identification of special nature conservation areas (ASCI) of the Emerald Network. The objects within the Emerald Network, together with the NATURA 2000 territories, form the core of the PanEuropean Ecological Network (PEEN), which is also supported by the Berne Convention. The member states of the European Union fulfill the requirements of the Berne Convention through the development of the NATURA 2000 network, and the NATURA 2000 areas of special protection correspond to the areas of special conservation value of the Emerald Network.

Today, the Emerald network operates in most European countries. However, the network is called Natura 2000 in EU member states, and the Emerald network in non-EU countries. The Natura 2000 network is identical to the Emerald network in everything except the aspect of membership in the European Union.



**Figure 4.14 – Regional ecological network of Odesa region**



**Figure 4.15 – Objects of the Emerald Network in the area of the planned activity**

At the design stage, in the zone of planned activities on the left bank of the Kiliya arm, territories of national significance, namely the territories of the Emerald network, were surveyed (Fig. 4.16).



**Figure 4.16 – The studied existing nature conservation areas of the left bank of the Kiliya branch**



*The results of the field survey of the territory of the Emerald network*

**1. UA0000018 Danube Biosphere Reserve**



**Figure 4.17 – Danube Biosphere Reserve**

<b>Code Emerald</b>	<b>Coordinates</b>	<b>Region/Code</b>	<b>Area</b>
UA0000018	45°2555'E 29°4149'N	Odesa/UA51	50252.90 ha

The territory significantly contributes to the survival of endangered species, endemic species, species listed in Annexes I and II of the Berne Convention: 18 species of plants listed in the Red Book of Ukraine, 10 species of flora and 40 species of fauna listed in the European Red List (Tables 4.23-4.26).

**Table 4.23 – Types of natural habitats present on the territory**

<b>The code</b>	<b>Name</b>	
	<b>Ukrainian</b>	<b>English</b>
A2.2	Coastal sands and muddy sands	Littoral sand and muddy sand
A2.3	Coastal silt	Littoral mud
A2.4	Coastal mixed deposits	Littoral mixed sediments
A2.5	Coastal salt marshes and salted reed thickets	Coastal saltmarshes and saline reedbeds
A2.61	Algal thickets on coastal sediments	Seagrass beds on littoral sediments

A5	Sublittoral deposits	Sublittoral sediment
B1.1	Sandy beaches surf line	Sand beach driftlines
B1.3	Mobile seaside dunes	Shifting coastal dunes
B1.4	Stable seaside dunes with grass vegetation ("grey dunes")	Coastal stable dune grassland (grey dunes)
B1.6	Shrubs on the seaside dunes	Coastal dune scrub
B1.8	Wet and humid interdune basins	Moist and wet dune slacks
B2.1	Pebble beaches of the surf line	Shingle beach driftlines
C1.222	Free-floating clusters <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	floating <i>Hydrocharis bite-frog</i> rafts
C1.223	Free-floating clusters <i>Stratiotes aloides</i>	Floating <i>Stratiotes aloides</i> rafts
C1.224	Free-floating colonies <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i>	Floating <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i> colonies
C1.225	Free-floating mats <i>Salvinia natans</i>	floating <i>Salvinia swimming</i> mats
C1.226	Free-floating groups <i>Aldrovanda vesiculosa</i>	Floating <i>Aldrovanda vesiculosa</i> communities
C1.32	Free-floating vegetation of eutrophic water bodies	Free-floating vegetation of eutrophic waterbodies
C1.33	Rooted submerged vegetation of eutrophic water bodies	Rooted submerged vegetation of eutrophic waterbodies
C1.3411	Groupings of water molluscs in shallow waters	Ranunculus communities in shallow water
C1.3413	Thickets <i>Hottonia palustris</i> in shallow waters	<i>Hottonia palustris</i> beds in shallow water
C1.67	Turlogs and meadows of the lake bottom	Turlough and lake-bottom meadows
C2.33	Mesotrophic vegetation of slow-flowing rivers	Mesotrophic vegetation of slow-flowing rivers
C2.34	Eutrophic vegetation of slow-flowing rivers	Eutrophic vegetation of slow-flowing rivers
C3.51	Euro-Siberian low-growing annual amphibian groups (with the exception of groups of the frog's sitnik)	Euro-Siberian dwarf annual amphibious swards (but excluding C3.5131 Toad-rush swards)
D5.2	Thickets of large sedges are mostly without stagnant water	Beds of large sedges normally without freestanding water
D6.1	Continental salt marshes	Inland saltmarshes
E1.9	Open non-Mediterranean dry acid and neutral grass communities, including continental dune grass communities	Open non-Mediterranean dry acid and neutral grassland, including inland dune grassland
E3.4	Wet or humid eutrophic and mesotrophic meadows	Moist or wet eutropic and mesotrophic grassland
E5.4	Wet or moist tall grass and fern edges and meadows	Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows
E6.2	Continental inland salt steppes	Continental inland salt steppes
F9.1	Riverine shrubs	Riverine scrub
G1.11	Coastal willow forests	Riverine <i>Salix</i> woodland
G1.3	Mediterranean coastal forests	Mediterranean riparian woodland
X35	Continental sand dunes	Inland Sand Dunes

**Table 4.24 – Species whose livelihoods are supported by the territory**

The code	Ukrainian name	Latin name	Status	Number of min-max	Unit	Prevalence
<b>Plants</b>						
1516	Aldrovanda puhirchasta	<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	r.	1-500	spec.	Rare
2104	Large-fruited horseradish	<i>Armoracia macrocarpa</i>	r.	251-500	spec.	Usual
4091	Katran Tartar	<i>Crambe tartaria</i>	r.	51-100	spec.	Usual.
<b>Animals</b>						
<b>Insects</b>						

The code	Ukrainian name	Latin name	Status	Number of min-max	Unit	Prevalence
1060	Dukachyk is odd	<i>Lycaena disappear</i>	r.	0-0		Usual.
1078	Ursa Hera or Ursa four-spotted	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	r.	0-0		Ordinary.
1083	stag beetle	<i>Lucan the stag</i>	r.	0-0		Rare
1088	Big oak barbel	<i>Cerambyx pig</i>	r.	0-0		Rare
4022	The black body is wrinkled	<i>Probatas subrugosus</i>	r.	0-0		Very rare.
4028	Thrips worm	<i>Catopta thrips</i>	r.	0-0		Rare
<b>Pisces</b>						
1105	Danube salmon	<i>piggy bank</i>	r.	0-0		Present
1130	The linen is ordinary	<i>Asp asp asp</i>	r.	0-0		Present
1134	European bitter gourd	<i>Rhodeus silky bitter</i>	r.	0-0		Present
1141	Shemaiah	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	c	0-0		Present
1145	Vyun is ordinary	<i>Misgurnus fossil</i>	r.	0-0		Present
1146	Golden pinch	<i>Sabanejewia couple</i>	r.	0-0		Present
1149	Common pinch	<i>Cobitis taenia</i>	r.	0-0		Present
1157	George striped	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	r.	0-0		Present
1159	Chip ordinary	<i>Zingel zingel</i>	r.	0-0		Rare
1160	Chip small	<i>Zingel streber</i>	r.	0-0		Present
2011	Umbra ordinary	<i>Shadow krameri</i>	r.	0-0		Rare
2484	Ukrainian lamprey	<i>Eudontomyzon mariae</i>	r.	0-0		Present
2491	Black Sea herring	<i>Pontic alosa</i>	c	0-0		Usual
2522	Sicklefish	<i>Pelecus cultratus</i>	c	0-0		Rare
2555	George Balona	<i>Gymnocephalus baloni</i>	r.	0-0		Rare
4126	Kerch herring	<i>Alosa maeotic</i>	r.	0-0		Usual.
4127	Puzanok Azov	<i>Alosa tanaica</i>	r.	0-0		Usual.
<b>Amphibians</b>						
1188	Red-bellied Kumka	<i>Bombina bombina</i>	r.	0-0		Rare
1993	Danube triton	<i>Dobrogic shredder</i>	r.	0-0		Rare
<b>Reptiles</b>						
1220	European bog turtle	<i>Emys orbicularis</i>	r.	0-0		Usual.
<b>Birds</b>						
A001	Red-necked loon	<i>Star loon</i>	w/c	1-0/1-0	person/p erson	
A002	Black-necked loon	<i>Arctic marlin</i>	c/w	10-0/1-0	person/p erson	
A019	Pink pelican	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	c	4000-0	spec.	
A020	Curly pelican	<i>Pelecan curled up</i>	w/c	10-50/50-150	person/p erson	
A393	Small cormorant	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	w /r /c	50-0/150- 1000/100-0	spec./pair /spec.	
A021	Bittern	<i>Botaurus stellaris</i>	r /c /w.	30-0/300-0/5-0	pair/spec. /spec.	
A022	Small bull	<i>Ixobrychus minuteus</i>	c/r	200-0/50-0	spec./pair	
A023	Quack	<i>Nycticorax nycticorax</i>	r/c.	200-0/2000-0	pair/spec.	
A024	Yellow heron	<i>Ardeola ralloides</i>	c/r	100-0/20-0	spec./pair	
A026	Small bump	<i>Egretta garzetta</i>	r/c	50-0/1000-0	pair/spec.	
A027	Big bump	<i>Casmerodius albus</i>	w /c /r	50-0/500-0/30- 0	spec./spe c./pair	
A029	Red heron	<i>It was burning purple</i>	c/r	500-0/30-0	spec./pair	
A030	Black stork	<i>Black stork</i>	c	50-300	spec.	
A031	White stork	<i>Ciconia ciconia</i>	c/r	200-0/1-2	spec./pair	
A032	Loaves	<i>Plegadis falcinellus</i>	c/r	300-0/100-0	spec./pair	
A034	Kosar	<i>Platalea leucorodia</i>	c/r	100-0/10-0	spec./pair	
A037	Small swan	<i>Cygnus bewickii</i>	c/w	20-0/1-0	person/p erson	



The code	Ukrainian name	Latin name	Status	Number of min-max	Unit	Prevalence
A038	Caller swan	<i>Cygnus cygnus</i>	w/c	100-1500/300-0	person/p erson	
A042	Small goose	<i>Consider erythropus</i>	w	1-0	spec.	
A060	White-eyed black man	<i>Aythya nyroca</i>	w /c/r	1-0/200-0/50-0	spec./spe c./pair	
A068	Small krekh	<i>Mergus albellus</i>	w	50-1500	spec.	
A396	Casarka chernovolo	<i>Branta ruficollis</i>	w/c	1-0/50-0	person/p erson	
A397	Galagaz	<i>Tadorna ferruginea</i>	c	5-0	spec.	
A072	Honey buzzard	<i>Pernis apivorus</i>	c	5-0	spec.	
A073	Black kite	<i>Milvus migrans</i>	c	1-0	spec.	
A075	White-tailed eagle	<i>Haliaeetus albicilla</i>	w/r	15-60/5-8	spec./pair	
A080	Snake eater	<i>Circaetus gallicus</i>	c	1-0	spec.	
A081	Reed harrier	<i>Circus aeruginosus</i>	c /w /r	100-0/5-40/20-0	spec./spe c./pair	
A082	Common harrier	<i>Circus cyaneus</i>	w/c	6-10/50-0	person/p erson	
A084	Common harrier	<i>Circus pygargus</i>	c	50-0	spec.	
A090	Big spotted eagle	<i>Aquila clanga</i>	w/c	1-1/1-0	person/p erson	
A091	Golden eagle	<i>Aquila chrysaetos</i>	w	1-1	spec.	
A092	Booted eagle	<i>Hieraaetus pennatus</i>	c	1-0	spec.	
A402	Levant sparrow hawk	<i>Accipiter brevipes</i>	c	1-0	spec.	
A403	long-legged buzzard	<i>Buteo rufinus</i>	w/c	1-0/10-0	person/p erson	
A404	Imperial Eagle	<i>Aquila heliaca</i>	w	01.Jan	spec.	
A094	Seahawk	<i>Pandion haliaetus</i>	c	5-0	spec.	
A097	Red-footed falcon	<i>Falco vespertinus</i>	r/c	30-50/300-0	pair/spec.	
A098	Hobby	<i>Falco columbarius</i>	w/c	1-0/30-0	person/p erson	
A103	Peregrin falcon	<i>Falco peregrinus</i>	c/w	10-0/1-5	person/p erson	
A511	Saker falcon	<i>Falco cherrug</i>	w/c	1-0/5-0	spec./spe c.	
A119	Spotted crake	<i>Porzana porzana</i>	r /c	50-0/300-0	pair/spec.	
A120	Spotted crake small	<i>Porzana parva</i>	c/r	300-0/50-0	spec./pair	
A122	Daker hen	<i>Crex crex</i>	c	10-0	spec.	
A127	Grey crane	<i>Grus grus</i>	c	100-0	spec.	
A128	Little bustard	<i>Tetrax tetrax</i>	w/c	0-1/0-1	-/spec.	
A129	Bustard	<i>Otis tarda</i>	w	0-4	spec.	
A131	Black-winged stilt	<i>Himantopus himantopus</i>	c/r	100-0/10-0	spec./pair	
A132	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra avosetta</i>	c/r	50-0/10-80	spec./pair	
A133	Norfolk plover	<i>Burhinus oedicephalus</i>	c/r	5-0/0-1	spec./pair	
A135	Collared pratincole	<i>Glareola pratincola</i>	c/r	10-0/1-70	spec./pair	
A138	Sea sandpiper	<i>Charadrius of Alexandria</i>	c/r	1-10/50-0	pair/spec.	
A140	Sivka ordinary	<i>Sunny rain</i>	c	5-0	spec.	
A151	Groomer	<i>Philomachus aggressive</i>	c	1000-0	spec.	
A154	Baranets big	<i>gallinago media</i>	c	10-0	spec.	
A157	Buckwheat small	<i>Lapland limosa</i>	c	1-0	spec.	
A159	Thin-beaked pendant	<i>Numenius tenuirostris</i>	c	1-0	spec.	
A166	Swamp kelp	<i>Tringa glareola</i>	c	300-0	spec.	
A167	Morodunka	<i>Xenus gray</i>	c	1-0	spec.	
A170	Aquatic swimmer	<i>Phalaropus lobatus</i>	c	10-0	spec.	
A171	Flat-billed fin	<i>Phalaropus fulicarius</i>	c	1-0	spec.	
A176	Mediterranean martin	<i>Larus melanocephalus</i>	r/c	1-20/100-0	pair/spec.	
A177	Martin small	<i>A minute hand</i>	w/c	1-0/100-0	spec./spe c.	

The code	Ukrainian name	Latin name	Status	Number of min-max	Unit	Prevalence
A180	Thin-beaked martin	<i>Larus gene</i>	c	100-0	spec.	
A189	Tern chernodzobiy	<i>Gelochelidon nilotica</i>	r/c.	0-50/500-0	spec./spec.	
A190	Caspian tern	<i>Sterna caspia</i>	c	150-0	spec.	
A191	Ryabodzobiy tern	<i>Sterna sandvicensis</i>	c/r	5000-0/100-4000	spec./pair	
A193	River tern	<i>The starling swallow</i>	c/r	2000-0/30-2500	spec./pair	
A195	Tern small	<i>Sterna albifrons</i>	c/r	150-0/10-30	spec./pair	
A196	White-cheeked tern	<i>Chlidonias hybridus</i>	r/c	100-0/1000-0	pair/spec.	
A197	Tern black	<i>Chlidonias niger</i>	r/c	1-0/100-0	pair/spec.	
A198	White-winged tern	<i>Chlidonias leucopterus</i>	r/c	1-0/200-0	pair/spec.	
A215	Owl	<i>Bubo bubo</i>	c	1-0	spec.	
A222	swamp owl	<i>Asio flammeus</i>	r/c	1-0/10-0	pair/spec.	
A229	Fisherwoman	<i>Alcedo atthis</i>	w /r /c	2-0/10-0/100-0	spec./pair /spec	
A231	Sivoraksha	<i>Coracias garrulus</i>	c/r	50-0/5-10	spec./pair	
A234	gray-headed woodpecker	<i>Picus canus</i>	r.	20-0	pair	
A236	black-headed woodpecker	<i>Dryocopus martius</i>	r.	2-7	pair	
A429	Syrian woodpecker	<i>Dendrocopos syriacus</i>	r.	30-0	pair	
A242	Calandra lark	<i>Melanocorypha calandra</i>	c/w	50-0/1-0	spec./spec.	
A243	Small lark	<i>Calandrella brachydactyla</i>	c	50-0	spec.	
A246	Wood lark	<i>Lullula arborea</i>	c	10-0	spec.	
A255	Tawny pipit	<i>Anthus campestris</i>	c/r	300-0/1-0	spec./pair	
A272	Blue-throated warbler	<i>Luscinia svecica</i>	r/c	5-0/50-0	pair/spec.	
A533	Pied wheatear	<i>Oenanthe pleschanka</i>	c	5-0	spec.	
A293	Moustached warbler	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	r/c	30-0/100-0	pair/spec.	
A307	Barred warbler	<i>Sylvia nisoria</i>	r/c	10-0/300-0	pair/spec.	
A320	Red-breasted flycatcher	<i>Ficedula parva</i>	c	3000-0	spec.	
A321	Collared flycatcher	<i>Ficedula albicollis</i>	c	500-0	spec.	
A338	Red-backed shrike	<i>Lanius collurio</i>	r/c	30-0/500-0	pair/spec.	
A339	Lesser gray shrike	<i>Lanius minor</i>	r/c	20-0/300-0	pair/spec.	
A379	Ortolan bunting	<i>Emberiza hortulana</i>	c	300-0	spec.	
<b>Mammals</b>						
1355	True otter	<i>Lutra lutra</i>	r.	0-0		Rare
1356	European mink	<i>Mustela lutreola</i>	r.	0-0		Very rare
1366	Mediterranean monk seal	<i>Monachus monachus</i>	r.	0-0		Very rare.
2633	Steppe polecat	<i>Mustela eversmannii</i>	r.	0-0		Rare

**Notes: Stay status:** p – permanent (constantly), r – reproducing (reproduction), c – concentration (concentration, migrating). w – wintering (wintering).

**Table 4.25 – Other important species of flora and fauna**

Name in Ukrainian	Name in Latin	Number	Prevalence
<b>Plants</b>			
Pontic cornflower	<i>Centaurea pontica</i> Prod. you Nyar	0-100	
Sawgrass	<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	0-1000	
Wheatgrass	<i>Elytrigia stipifolia</i> (Czern. Ex Nevski) Nevski	1000-0	
Shield-leaved floater	<i>Nymphoides peltata</i> (S. G> Gmail.) O. Kuntze	1000-0	
<b>Clams</b>			
	<i>Caspia knipowitchi</i> Makarov, 1938		Present
	<i>Caspia makarovi</i> (Golikov et Starobogatov, 1966)		Present

	<i>Euxinipyrgula lincta</i> (Milaschewitsch, 1908)		Present
	<i>Euxinipyrgula milachevitchi</i> (Golikov et Starobogatov, 1966)		Present
<b>Insects</b>			
Vusach odorous musk	<i>Aroma moschata</i> (L., 1758)		Present
Mistress bear	<i>Callimorpha ladybug</i> (L., 1758)		Very rare
Fragrant beauty	<i>Calosoma sycophanta</i> (L., 1758)		Present
The ribbon is blue	<i>Catocala ash</i> (Linnaeus, 1758)		Very rare
Ordenskaya crimson ribbon	<i>Catocala's bride</i> (Linnaeus, 1767)		Rare
Linden's arrow	<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)		Usual
Grandfather yellow-legged	<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)		Rare
Iron satyr	<i>Hipparchius statilinus</i> (Hufnagel, 1766)		Rare
Podalirium	<i>Iphiclides podalirius</i> (L., 1758)		Usual
Lutka velikook	<i>east macrostigma</i> (Eversmann, 1836)		Usual
Brazhnik dead head	<i>Acherontia atropos</i> (L., 1758)		Very rare
Brazhnik oak	<i>Marumba quercus</i> (Den. & Schiff., 1775)		Very rare
Proserpine's lover	<i>Proserpinus Proserpina</i> (Pallas, 1772)		Rare
Vanessa is black and red	<i>Nymphalis xanthomelas</i> (Esper, 1780)		Rare
Mahaon	<i>Papilio is drunk</i> (L., 1758)		Usual
Sokirkov scoop	<i>Periphanes delphinii</i> (L., 1758)		Usual
<b>Pisces</b>			
A common bruise	<i>Abramis ballerus</i>		Usual
Squirrel	<i>Abramis each</i>		Usual
Russian sturgeon	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>		Rare
Sterlad	<i>Acipenser ruthenus</i>		Rare
stellate sturgeon	<i>Acipenser starry</i>		Rare
Star tadpole	<i>Benthophilus stellatus</i>		Usual
The underarm is normal	<i>Chondrostoma nasus</i>		Usual
Long-nosed seahorse	<i>Hippocampus ramulosus</i>		Rare
Beluga	<i>spindle spindle</i>		Very rare
Dragonfly bull	<i>Neogobius fluviatilis</i>		Usual
Bull bull	<i>Neogobius syrman</i>		Rare
Sea bull-tsuk	<i>Proterorhinus marmoratus</i>		Usual
Black Sea salmon	<i>Salmo labrax</i>		Rare
Common catfish	<i>Ball catfish</i>		Usual
Bersh, Volga pike perch	<i>Stizostedion according to</i>		Very rare
Chubby-cheeked needle	<i>Syngnathus abaster</i>		Usual
Sea rooster is yellow	<i>Trigla alfalfa</i>		Rare
The hunchback is light	<i>cirrrosis umbrina</i>		Very rare
<b>Birds</b>			
Pintail	<i>Anas acuta</i>		Usual
Wide-nosed	<i>Anas clypeata</i>		Usual
Common buzzard	<i>Buteo buteo</i>		Usual
Boriviter ordinary	<i>A falcon tinkling</i>	10-0	
The falcon is large	<i>Subbuteo falcon</i>	40-0	
The sandbox is big	<i>Charadrius hiaticula</i>		Rare
Pond pond	<i>Tringa stagnatilis</i>		Rare
Buckwheat is big	<i>slimy slime</i>		Rare
Gray owl	<i>Strix aluco</i>	1-5	

Remez	<i>Remiz pendulinus</i>	10-0	
-------	-------------------------	------	--

**Table 4.26 – Rare plant groups listed in the Green Book of Ukraine**

No.	Ukrainian name of the plant group	Latin name of the plant group
91	Grouping of the Dnieper Kovila Formation	Stipeta borysthenicae
124	Groupings of the sword-grass marsh formation	Cladieta Marisci
135	Grouping of Aldrovanda vesicular formation	Aldrovandeta vesiculosae
140	Grouping of the formation of yellow jugs	Nupharetta luteae
145	Grouping of the formation of the white water lily	White water lilies
150	Grouping of the formation of the scutellum scutellum	Nymphoideta peltata
159	Grouping of the floating salvinia formation	Salvinieta swimming
1137	Grouping of the formation of the floating water nut	Swimming trap

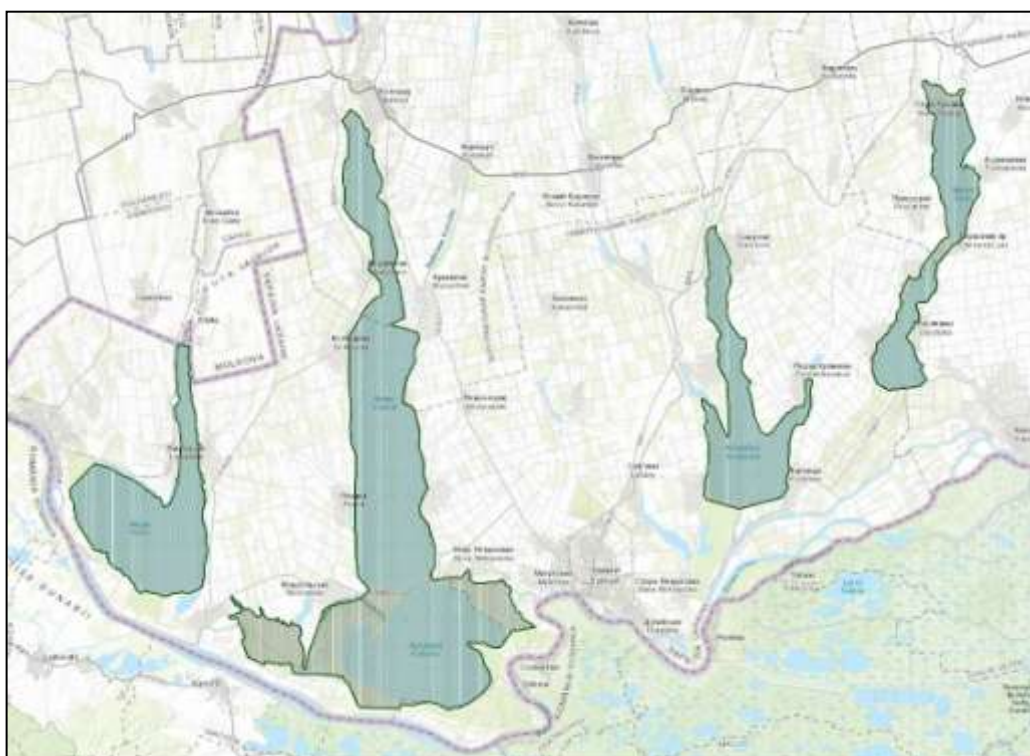
***Assessment of the impact of water level changes on the territory's biota***

The natural water level in the territory is not stable in different periods of the year.

During the period of high water, the islands are flooded, and the reservoirs located on them are filled with water. The highest water level is observed at the end of March: lasts 2-3 weeks. At this time, the territory is almost 95% filled with water, and in September-October it reaches a stable equilibrium. Also, the water level, above all in the reservoirs of the eastern seaside part of the territory, depends on the direction and strength of the wind and can change by 90 cm during the day.

**Biota in this area exist and have adapted to this unstable hydrological situation.**

**2. UA0000142 System of Danube lakes**



**Figure 4.18 – System of Danube lakes**

Code Emerald	Coordinates	Region/Code	Area
UA0000142	46°4041'N 30°4403'E	Odesa/UA51	52807,0 ha

The territory includes one wetland and 5 lakes, two of which are Ramsar sites. The territory is important for breeding birds (more than 30,000 pairs), moulting of migratory and wintering birds (maximum 40,000 individuals). 57 species of birds are listed in the Red Book of Ukraine (Tables 4.27 – 4.30).

**Table 4.27 – Types of natural habitats present on the territory**

The code	Name	
	Ukrainian	English
C1.222	Free-floating clusters <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	floating <i>Hydrocharis bite-frog rafts</i>
C1.223	Free-floating clusters <i>Stratiotes aloides</i>	Floating <i>Stratiotes aloides</i> rafts
C1.224	Free-floating colonies <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i>	Floating <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i> colonies
C1.225	Free-floating mats <i>Salvinia natans</i>	floating <i>Salvinia swimming</i> mats
C1.226	Free-floating groups <i>Aldrovanda vesiculosa</i>	Floating <i>Aldrovanda vesiculosa</i> communities
C1.25	Submerged mats of charophytes in mesotrophic water bodies	Charophyte submerged carpets in mesotrophic waterbodies
C1.67	Turlogs and meadows of the lake bottom	Turlough and lake-bottom meadows
E3.4	Wet or humid eutrophic and mesotrophic meadows	Moist or wet eutropic and mesotrophic grassland
E5.4	Wet or moist tall grass and fern edges and meadows	Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows
E6.2	Continental inland salt steppes	Continental inland salt steppes
F9.1	Riverine shrubs	Riverine scrub

**Table 4.28 – Species whose livelihoods are supported by the territory**

The code	Ukrainian name	Latin name	Status	Number min-max	Unit	Prevalence
<b>Plants</b>						
1428	Marseille four-leaf	<i>Marsilea quadrifolia</i>	r.	1001-2000	spec.	Rare
1516	Aldrovanda puhirchasta	<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	r.	1001-10000	spec.	Common
<b>Animals</b>						
<b>Insects</b>						
4022	The black body is wrinkled	<i>Probatus subrugosus</i>	r.			Very rare
<b>Pisces</b>						
1130	The linen is ordinary	<i>Asp asp asp</i>	r.			Rare
1134	European bitter gourd	<i>Rhodeus silky bitter</i>	r.			Common
1141	Shemaiah	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	r.			Rare
1145	Vyun is ordinary	<i>Misgurnus fossil</i>	r.			Common
1149	Common pinch	<i>Cobitis taenia</i>	r.			Common

1157	George striped	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	r.			Rare
2011	Umbra ordinary	<i>Shadow krameri</i>	r.			Rare
2491	Black Sea herring	<i>Pontic alosa</i>	r.			Common
2522	Sicklefish	<i>Pelecus cultratus</i>	r.			Rare
<b>Amphibians</b>						
1166	Crested newt	<i>Triturus cristatu</i>	r.			Common
1188	Red-bellied Kumka	<i>Bombina bombina</i>	r.			Common
<b>Reptiles</b>						
1220	European bog turtle	<i>Emys orbicularis</i>	r.			Common
<b>Birds</b>						
A002	Black-necked loon	<i>Arctic marlin</i>	c	1-0	spec.	
A019	Pink pelican	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	c	1000-0	spec.	
A020	Curly pelican	<i>Pelecan curled up</i>	c/r /w.	20-0/0-5/1-0	spec.	
A393	Small cormorant	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	c/w /r.	100-0/10-0/20-0	spec./spec./pair	
A021	Bittern	<i>Botaurus stellaris</i>	r/c	50-0/100-0	pair/spec	
A022	Small bull	<i>Ixobrychus minuteus</i>	c/r	500-0/100-0	spec./pair	
A023	Quack	<i>Nycticorax nycticorax</i>	c/r	800-0/50-0	spec./pair	
A024	Yellow heron	<i>Ardeola ralloides</i>	r/c .	50-0/300-0	pair/spec	
A026	Small bump	<i>Egretta garzetta</i>	c/r	500-0/40-0	spec./pair	
A027	Big bump	<i>Casmerodius albus</i>	w/c/r	20-0/1000-0/100-0	spec./spec./pair	
A029	Red heron	<i>It was burning purple</i>	c/r	500-0/50-0	spec./pair	
A030	Black stork	<i>Black stork</i>	c	100-0	spec.	
A031	White stork	<i>Ciconia ciconia</i>	c/r	100-0/5-0	spec./pair	
A032	Loaves	<i>Plegadis falcinellus</i>	c/r .	100-0/20-0	spec./pair	
A034	Kosar	<i>Platalea leucorodia</i>	c/r .	100-0/1-0	spec./spec.	
A037	Small swan	<i>Cygnus bewickii</i>	w /c.	2-0/100-0	spec./spec.	
A038	Caller swan	<i>Cygnus cygnus</i>	w /c	10-500/1000-0	spec./spec.	
A042	Small goose	<i>Consider erythropus</i>	c/w	20-0/1-0	spec./spec.	
A396	Casarka chernovolo	<i>Branta ruficollis</i>	c/w	1000-0/50-0	spec./spec.	
A397	Galagaz	<i>Tadorna ferruginea</i>	c/r .	10-0/1-0	spec./pair	
A060	White-eyed black man	<i>Aythya nyroca</i>	c/r/w	500-0/50-0/30-0	spec./pair/spec.	
A068	Small krekh	<i>Mergus albellus</i>	w	5-0	spec.	
A072	Honey buzzard	<i>Pernis apivorus</i>	c.	30-0	spec.	
A073	Black kite	<i>Milvus migrans</i>	c	10-0	spec.	
A075	White-tailed eagle	<i>Haliaeetus albicilla</i>	w /c /r.	1-30/6-0/1-3	spec./spe	

					c./pair	
A080	Snake eater	<i>Circaetus gallicus</i>	c.	50-0	spec.	
A403	long-legged buzzard	<i>Buteo rufinus</i>	c.	2-0	spec.	
A081	Reed harrier	<i>Circus aeruginosus</i>	r/c.	40-0/50-0	pair/spec.	
A082	Common harrier	<i>Circus cyaneus</i>	c/w	200-0/20-0	spec./spec.	
A084	Common harrier	<i>Circus pygargus</i>	c	20-0	spec.	
A089	Podorlyk is small	<i>Pomarin eagle</i>	c	20-0	spec.	
A090	Big spotted eagle	<i>Aquila clanga</i>	c.	1-0	spec.	
A092	Booted eagle	<i>Hieraaetus pennatus</i>	c	10-0	spec.	
A094	Seahawk	<i>Pandion haliaetus</i>	c.	10-0	spec.	
A097	Red-footed falcon	<i>Falco vespertinus</i>	c/r	3000-0/10-0	spec./pair	
A098	Hobby	<i>Falco columbarius</i>	w/r	5-0/20-0	spec./pair	
A103	Peregrin falcon	<i>Falco peregrinus</i>	w/c	1-5/20-0	spec./spec.	
A511	Saker falcon	<i>Falco cherrug</i>	w/c .	0-1/5-0	spec./spec.	
A119	Spotted crane	<i>Porzana porzana</i>	r/c	50-0/150-0	pair/spec.	
A120	Spotted crane small	<i>Porzana parva</i>	c /r	20-0/2-0	spec./pair	
A122	Daker hen	<i>Crex crex</i>	c	20-0	spec.	
A127	Grey crane	<i>Grus grus</i>	c	200-0	spec.	
A128	Little bustard	<i>Tetrax tetrax</i>	w	0-3	spec.	
A131	Black-winged stilt	<i>Himantopus himantopus</i>	r	5-0	pair	
A133	Norfolk plover	<i>Burhinus oedicnemus</i>	r		pair	
A151	Groomer	<i>Philomachus aggressive</i>	c	500-0	spec.	
A166	Swamp kelp	<i>Tringa glareola</i>	c.	100-0	spec.	
A170	Aquatic swimmer	<i>Phalaropus lobatus</i>	c	10-0	spec.	
A176	Mediterranean martin	<i>Larus melanocephalus</i>	c	50-0	spec.	
A180	Thin-beaked martin	<i>Larus gene</i>	c	50-0	spec.	
A189	Tern chernodzobiy	<i>Gelochelidon nilotica</i>	c	100-0	spec.	
A190	Caspian tern	<i>Sterna caspia</i>	c	50-0	spec.	
A191	Ryabodzobiy tern	<i>Sterna sandvicensis</i>	c	1000-0	spec.	
A193	River tern	<i>The starling swallow</i>	c/r	800-0/20-0	spec./pair	
A196	White-cheeked tern	<i>Chlidonias hybridus</i>	r /c	150-0/1500-0	pair/spec.	
A197	Tern black	<i>Chlidonias niger</i>	c/r	1000-0/10-0	spec./pair	
A198	White-winged tern	<i>Chlidonias leucopterus</i>	c/r	300-0/10-0	spec./pair	
A215	Owl	<i>Bubo bubo</i>	c.	0-5	spec.	
A222	swamp owl	<i>Asio flammeus</i>	r.	1-0	pair	
A224	Goatsucker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	c/r	20-0/1-0	spec./pair	
A231	Sivoraksha	<i>Coracias garrulus</i>	r/c	30-0/100-0	pair/spec	

A234	gray-headed woodpecker	<i>Picus canus</i>	r.	5-0	pair	
A429	Syrian woodpecker	<i>Dendrocopos syriacus</i>	r.	20-0	pair	
A255	Tawny pipit	<i>Anthus campestris</i>	c	50-0	spec.	
A272	Blue-throated warbler	<i>Luscinia svecica</i>	c	20-0	spec.	
A293	Moustached warbler	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	c/r	50-0/10-0	spec./pair	
A307	Pied-breasted nettle	<i>Sylvia nisoria</i>	r/c	20-0/100-0	pair/spec	
A320	Red-breasted flycatcher	<i>Ficedula parva</i>	c	200-0	spec.	
A321	Collared flycatcher	<i>Ficedula albicollis</i>	c	50-0	spec.	
A533	Pied wheatear	<i>Oenanthe pleschanka</i>	r/c	20-0/50-0	pair/spec	
A339	Lesser gray shrike	<i>Lanius minor</i>	c	300-0	spec.	
A379	Ortolan bunting	<i>Emberiza hortulana</i>	r/c	10-0/200-0	pair/spec	
<b>Mammals</b>						
1355	True otter	<i>Lutra lutra</i>	w			Rare
1356	European mink	<i>Mustela lutreola</i>	r.			Rare
2608	Spotted gopher	<i>Spermophilus suslicus</i>	r			Rare

**Notes: Stay status:** p – permanent (constantly), r – reproducing (reproduction), c – concentration (concentration, migrating). w – wintering (wintering).

**Table 4.29 – Other important species of flora and fauna**

Name in Ukrainian	Name in Latin	Number min-max	Prevalence
<b>Plants</b>			
Ostavnik of Odesa	<i>Gymnospermium odessanum</i>	0-1000	
Shield-leaved floater	<i>Nymphoides peltata</i>	1001-10000	
The rib is bent	<i>Ornithogalum refracted</i>	1000-0	
<b>Clams</b>			
	<i>Caspia knipowitchi</i> Makarov, 1938		Present
	<i>Euxinipyrgula milachevitchi</i> (Golikov et Starobogatov, 1966)		
	<i>Hypanis (Monodacna) colorata</i> (Eichwald, 1829)		
<b>Insects</b>			
Watcher-Emperor	<i>Hannah the imperator</i> Leach, 1815		Common
Linden's arrow	<i>Erythromma lindeni</i> (Selys, 1840)		Rare
Lutka velikook	<i>east macrostigma</i> (Eversmann, 1836)		Rare
<b>Pisces</b>			
stellate sturgeon is ordinary	<i>Acipenser starry</i>		Rare
Star tadpole	<i>Benthophilus stellatus</i>		Common
The underarm is normal	<i>Chondrostoma nasus</i>		Common
Dragonfly bull	<i>Neogobius fluviatilis</i>		Common
Bull bull	<i>Neogobius syrman</i>		Rare
Sea bull-tsuk	<i>Proterorhinus marmoratus</i>		Common



Common catfish	<i>Ball catfish</i>		Common
Volga pike perch, borsh	<i>Stizostedion according to</i>		Very rare
Chubby-cheeked needle	<i>Syngnathus abaster</i>		Common
<b>Birds</b>			
Little thrush	<i>The ruffed grouse</i>	200-0	
Pintail	<i>Anas acuta</i>	10-0	
Wide-nosed	<i>Anas clypeata</i>	10-0	
Common buzzard	<i>Buteo buteo</i>	0-20	
Buckwheat is big	<i>slimy slime</i>	20-0	

**Table 4.30 – Rare plant groups listed in the Green Book of Ukraine**

No.	Ukrainian name of the plant group	Latin name of the plant group
135	Grouping of Aldrovanda vesicular formation	Aldrovandeta vesiculosae
137	Grouping of the formation of the floating water nut	Swimming trap
139	Grouping of the Rion water yellow formation	Batrachieta rionii
140	Grouping of the formation of yellow jugs	Nuphareta luteae
143	Grouping of the formation of Kushir of the Don	Ceratophylleta tanaitici
144	Formations of the Primorsky kuga	Schoenoplecteta littoralis
145	Grouping of the formation of the white water lily	White water lilies
147	Grouping of the lepsznyak formation	Glycerieta arundinaceae

#### **Assessment of the impact of water level changes on the biota of the territories**

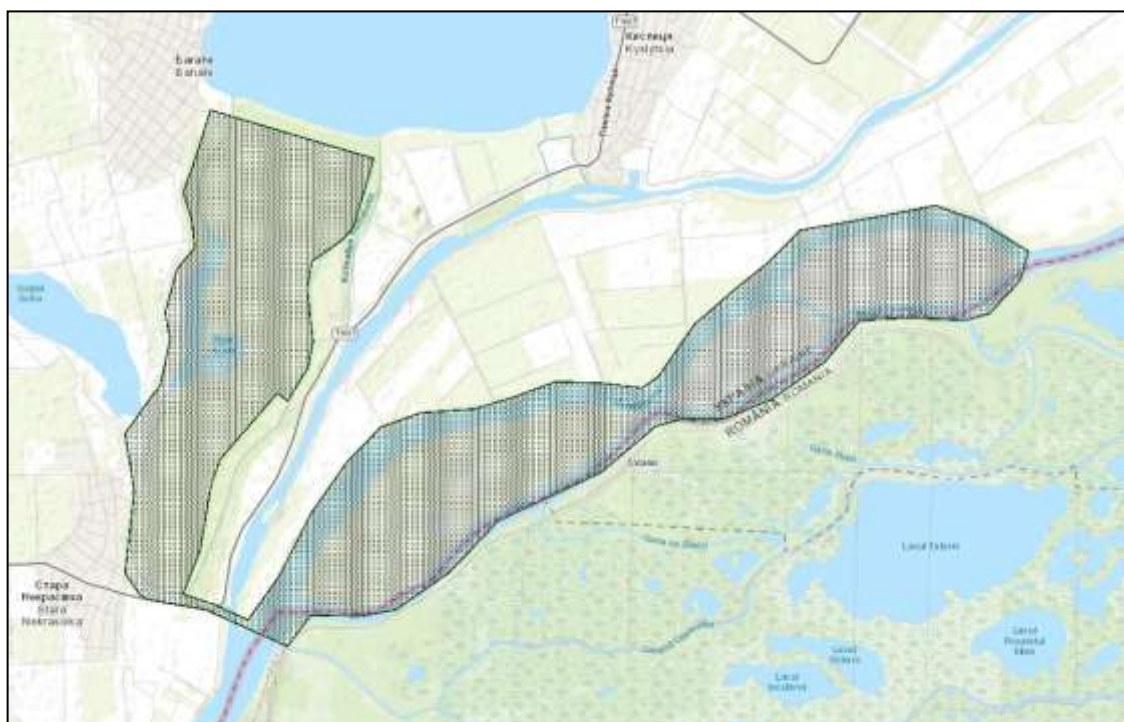
The water level in Lake Kugurlui depends on the water level in the river. The Danube, from which 86% of the water comes.

It is also connected by several straits with the nearby Yalpug and Kargal lakes.

The southern part of Lake Katlabukh, which belongs to the Emerald network, is fenced off by a dam from the influence of the river. Danube.

The natural water level in different periods of the year is unstable, therefore **biota is adapted to exist in such a hydrological regime.**

### 3. UA0000182 Izmil Islands



**Figure 4.19 - Izmil Islands**

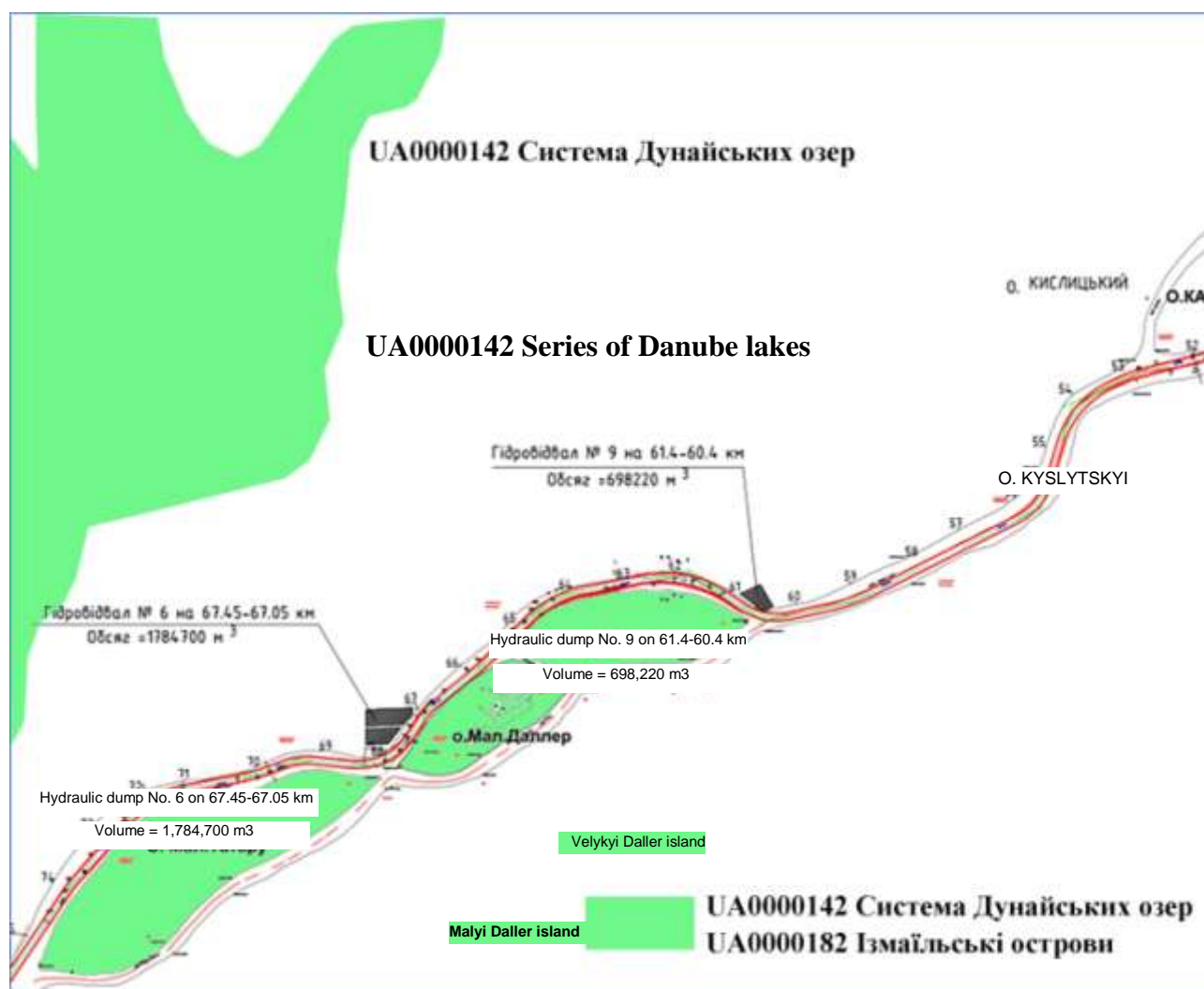
Code Emerald	Coordinates	Region/Code	Area
UA0000182	45°34'26.54"E 28°9'26.65"N	Odesa/UA51	3552.0 ha

The emerald area "Izmil Islands" includes the river. The Danube and the islands of the Kiliya mouth of the Danube: Tataru (738 ha), Velykyi Daler (370 ha), Malyi Daler (258 ha) and Lake Legen, located near the city of Izmil. The three islands are part of the RFE Izmil Islands. Information on the species of flora and fauna present on the site is given in Tables 4.31-4.33. Information on the placement of coastal hydraulic dumps of dredging soils in the Izmil Islands region is shown in fig. 4.20.

**Table 4.31 – Types of natural habitats present on the territory**

The code	Name	
	Ukrainian	English
C1.222	Free-floating clusters <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	floating <i>Hydrocharis bite-frog</i> rafts
C1.223	Free-floating clusters <i>Stratiotes aloides</i>	Floating <i>Stratiotes aloides</i> rafts
C1.224	Free-floating colonies <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i>	Floating <i>Utricularia australis</i> and <i>Utricularia vulgaris</i> colonies
C1.225	Free-floating mats <i>Salvinia natans</i>	floating <i>Salvinia swimming</i> mats
C1.32	Free-floating vegetation of eutrophic water bodies	Free-floating vegetation of eutrophic waterbodies
C1.33	Rooted submerged vegetation of eutrophic water bodies	Rooted submerged vegetation of eutrophic waterbodies
C1.3411	Groupings of water molluscs in shallow waters	Ranunculus communities in shallow water
C2.33	Mesotrophic vegetation of slow-flowing rivers	Mesotrophic vegetation of slow-flowing rivers

C2.34	Eutrophic vegetation of slow-flowing rivers	Eutrophic vegetation of slow-flowing rivers
C3.51	Euro-Siberian low-growing annual amphibian groups (with the exception of groups of the frog's sitnik)	Euro-Siberian dwarf annual amphibious swards (but excluding C3.5131 Toad-rush swards)
D5.2	Thickets of large sedges are mostly without stagnant water	Beds of large sedges normally without freestanding water
E1.2	Perennial herb communities on limestones and steppes	Perennial calcareous grassland and basic steppes
E3.4	Wet or humid eutrophic and mesotrophic meadows	Moist or wet eutropic and mesotrophic grassland
E5.4	Wet or moist tall grass and fern edges and meadows	Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows
F9.1	Riverine shrubs	Riverine scrub
G1.11	Coastal willow forests	Riverine Salix woodland
G1.22	Mixed oak-elm-ash forests of large rivers	Mixed Quercus-Ulmus-Fraxinus woodland of great rivers
G1.3	Mediterranean coastal forests	Mediterranean riparian woodland



**Figure 4.20 - Location of coastal hydraulic dumps of dredging soils in the area of the Izmaly Islands**

UA0000142 Series of Danube lakes  
UA0000182 Система Ізмаїльські острови

Table 4.32 – Species whose livelihoods are supported by the territory

The code	Ukrainian name	Latin name	Status	Number	Unit	Prevalence
<b>Plants</b>						
2104	Large-fruited horseradish	<i>Armoracia macrocarpa</i>	r.	501-1000	spec.	Comm..
<b>Animals</b>						
<b>Insects</b>						
1083	stag beetle	<i>Lucan the stag</i>	r.	0-0		Very rare.
1078	Ursa Hera or Ursa four-spotted	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	r.	0-0		Present.
4028	Thrips worm	<i>Catopta thrips</i>	r.	0-0		Present.
<b>Pisces</b>						
1130	The linen is ordinary	<i>Asp asp asp</i>	r.	0-0		Comm.
1134	European bitter gourd	<i>Rhodeus silky bitter</i>	r.	0-0		Comm.
1141	Shemaiah	<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	r.	0-0		Rare
1149	Common pinch	<i>Cobitis taenia</i>	r.	0-0		Comm.
1160	Chip small	<i>Zingel streber</i>	r.	0-0		Present.
2484	Ukrainian lamprey	<i>Eudontomyzon mariae</i>	r.	0-0		Present.
<b>Amphibians</b>						
1993	Danube triton	<i>Dobrogic shredder</i>	r.	0-0		Comm.
<b>Reptiles</b>						
1220	European bog turtle	<i>Emys orbicularis</i>	r.	0-0		Rare
<b>Birds</b>						
A002	Black-necked loon	<i>Arctic marlin</i>	c.	1-0	spec.	
A019	Pink pelican	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	c	100-1000	spec.	
A020	Curly pelican	<i>Pelecan curled up</i>	r/c	1-0/1-0	spec./spec.	
A393	Small cormorant	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	w/r	50-0/30-0	spec./pair	
A021	Bittern	<i>Botaurus stellaris</i>	r/w	5-0/2-5	spec./spec.	
A022	Small bull	<i>Ixobrychus minuteus</i>	c / r	2-0/5-10	spec./pair	
A023	Quack	<i>Nycticorax nycticorax</i>	c / r	200-0/10-0	spec./pair	
A024	Yellow heron	<i>Ardeola ralloides</i>	r / c	5-0/40-0	pair/spec.	
A026	Small bump	<i>Egretta garzetta</i>	c / r	200/20-0	spec./pair	
A027	Big bump	<i>Casmerodius albus</i>	w/c/r	5-0/200/10-0	spec./spec./pair	
A029	Red heron	<i>It was burning purple</i>	r/c	30-0/200	pair/spec.	
A031	White stork	<i>Ciconia ciconia</i>	r/c	1-5/20-0	pair/spec.	
A032	Loaves	<i>Plegadis falcinellus</i>	c	100-0	spec.	
A034	Kosar	<i>Platalea leucorodia</i>	c.	5-20	spec.	
A038	Caller swan	<i>Cygnus cygnus</i>	w/c	1-0/100-0	spec./spec.	
A396	Casarka chernovolo	<i>Branta ruficollis</i>	w	5-0	spec.	
A060	White-eyed black man	<i>Aythya nyroca</i>	c / r	20-300/10-0	spec./pair	
A073	Black kite	<i>Milvus migrans</i>	c	1-5	spec.	
A075	White-tailed eagle	<i>Haliaeetus albicilla</i>	c/w/r	5-0/1-0/1-2	spec./spec./pair	
A080	Snake eater	<i>Circaetus gallicus</i>	c	1-5	spec.	
A081	Reed harrier	<i>Circus aeruginosus</i>	w/r	1-5/1-5	spec./pair	
A082	Common harrier	<i>Circus cyaneus</i>	r/w	20-0/1-5	pair/spec.	

					c.	
A084	Common harrier	<i>Circus pygargus</i>	r.	1-0	pair	
A089	Podorlyk is small	<i>Pomarin eagle</i>	c	1-0	spec.	
A090	Big spotted eagle	<i>Aquila clanga</i>	c	1-0	spec.	
A094	Seahawk	<i>Pandion haliaetus</i>	c	2-0	spec.	
A097	Red-footed falcon	<i>Falco vespertinus</i>	c	50-0	spec.	
A098	Hobby	<i>Falco columbarius</i>	c	5-0	spec.	
A103	Peregrin falcon	<i>Falco peregrinus</i>	c	3-0	spec.	
A119	Spotted crane	<i>Porzana porzana</i>	c/r/w	30-0/2-0/1-0	spec./pair/spec.	
A120	Spotted crane small	<i>Porzana parva</i>	c	10-0	spec.	
A127	Grey crane	<i>Grus grus</i>	c	5-0	spec.	
A131	Black-winged stilt	<i>Himantopus himantopus</i>	c	10-20	spec.	
A151	Groomer	<i>Philomachus aggressive</i>	c	10-0	spec.	
A166	Swamp kelp	<i>Tringa glareola</i>	c	50-0	spec.	
A177	Martin small	<i>A minute hand</i>	c	50-0	spec.	
A189	Tern chernodzobiy	<i>Gelochelidon nilotica</i>	c	10-0	spec.	
A190	Caspian tern	<i>Sterna caspia</i>	c	10-15	spec.	
A193	River tern	<i>The starling swallow</i>	c/r	300-0/2-30	spec./pair	
A196	White-cheeked tern	<i>Chlidonias hybridus</i>	c/r	100-500/15-100	spec./pair	
A197	Tern black	<i>Chlidonias niger</i>	c/r	50-0/1-0	spec./pair	
A198	White-winged tern	<i>Chlidonias leucopterus</i>	c	300-0	spec.	
A222	swamp owl	<i>Asio flammeus</i>	c	2-0	spec.	
A224	Goatsucker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	c	1-0	spec.	
A229	Fisherwoman	<i>Alcedo atthis</i>	r/c	5-10/10-0	pair/spec.	
A231	Sivoraksha	<i>Coracias garrulus</i>	r/c	15-0/50-0	pair/spec.	
A234	gray-headed woodpecker	<i>Picus canus</i>	r.	15-20	pair	
A236	black-headed woodpecker	<i>Dryocopus martius</i>	r	4-0	pair	
A272	Blue-throated warbler	<i>Luscinia svecica</i>	c/r	50-0/5-0	spec./pair	
A293	Moustached warbler	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	c	50-0	spec.	
A321	Collared flycatcher	<i>Ficedula albicollis</i>	r/c	1-0/50-0	pair/spec.	
A338	Red-backed shrike	<i>Lanius collurio</i>	r/c	5-0/50-0	pair/spec.	
A339	Lesser gray shrike	<i>Lanius minor</i>	with	5-0	pair	
A429	Syrian woodpecker	<i>Dendrocopos syriacus</i>	r.	5-0	pair	
A511	Saker falcon	<i>Falco cherrug</i>	c	1-0	spec.	
<b>Mammals</b>						
1355	True otter	<i>Lutra lutra</i>	r.	0-0		Rare

**Notes: Stay status:** p – permanent (constantly), r – reproducing (reproduction), c – concentration (concentration, migrating), w – wintering (wintering).

**Table 4.33 – Other important species of flora and fauna**

Name in Ukrainian	Name in Latin	Number	Prevalence
<b>Animals</b>			
<b>Insects</b>			
Fragrant beauty	<i>Calosoma sycophanta</i>		Rare
	<i>Ceratophylus polycerus</i>		Rare
Brazhnik dead head	<i>Acherontia atropos</i>		Present

The ribbon is blue	<i>Catocala ash</i>		Present
Ordenskaya crimson ribbon	<i>Catocala's bride</i>		Present
Saturnia is small	<i>Eudia pavonia</i>		Present
Saturnia is big	<i>Aim for Saturn</i>		Present
Podalirium	<i>Iphioides podalirius</i>		Present
Brazhnik oak	<i>marumba quecus</i>		Present
Proserpine's lover	<i>Proserpinus Proserpina</i>		Present
Sokirkov scoop	<i>Periphanes delphini</i>		Present
Proserpine's lover	<i>Proserpinus Proserpina</i>		Present
Polyxena	<i>Zerynthia polyxena</i>		Present
Krasik is cheerful	<i>Zygaena was happy</i>		Present
Pliginsky sawdust	<i>Targius (Poecilimon) pliginskii</i>		Rare
<b>Pisces</b>			
A common bruise	<i>Ballerus ballerus</i>		Usual
Squirrel	<i>Ballerus sapa</i>		Usual

### Assessment of the impact of water level changes on the biota of the islands

Biota of the islands located in the riverbed. The Danube exists under the constant influence of natural water changes.

### 4.9 Tangible objects, including architectural, archaeological and cultural heritage

Directly in the area of the planned activity, material objects, including architectural, archaeological and cultural heritage, **not detected**

According to the State Register of Immovable Monuments of Ukraine, there are 27 monuments of national importance in Odesa Region. The following material objects of national importance are located in the area of the planned activity (table 4.34).

**Table 4.34 - Material objects of national significance of the Izmail district of the Odesa region**

Reminder	Dating	Location	Protective No.
<b>Izmail Territorial Community</b>			
The southern point of Struve Arc "Staronekrasivka"	1853 year	village Stara Nekrasivka, st. Poshtova, 32	150013-H
Monument to O. Suvorov	1913, established in 1945	ave. O. Suvorov ave.	150014-H
Safyany settlement	early Middle Ages, Balkan-Danube culture	village Saf'yany	150012-H
<b>Kiliya territorial community</b>			
The cultural layer of Snake Island and the sanctuary of Achilles	antiquity	island Snake island	150015-H
<b>Reni territorial community</b>			

Reminder	Dating	Location	Protective No.
Horodyshe Orlivka (Kamyana Gora)	antiquity	village Orlivka	150021-H
Soil Graveyard	Early Iron Age, Geto-Dacian culture	village Orlivka	150022-H
Earth shaft	early middle ages	between the villages of Nagirne and Orlivka	150023-H
Trajan's bulwark	Roman time	Bolgrad, Izmail, Kiliya, Tatarbunary territorial communities	150024-H

The objects of cultural heritage of the Izmail district, which belong to monuments of local importance, according to the State Register of Monuments, are listed in Table 4.35.

**Table 4.35 - Objects of cultural heritage of the Izmail district of local importance**

Name of the object	Dating	Location	Type of object	Okhor. No.
Kiliya territorial community				
Wooden sailing ship	The middle of the 19th century.	0.8 km north of Snake Island	Monument of archaeology, history	976-From
Wooden sailing ship	The first quarter of the 19th century.	0.52 km west of Snake Island	Monument of archaeology, history	977-From
Vylkove Territorial Community				
Squadron destroyer "Lieutenant Zazarenyi"	1907, 1917	island Snake island	A monument of history	982-From
British freighter "Blair Athol" (Blair Athol)	1879, 1887	island Snake island	A monument of history	983-From
Submarine "Sh-212"	1938, 1942	island Snake island	A monument of history	984-From
Commercial antique sailboat "Serpent-Patroclus"	the third quarter of the IV century. B.C.	water area of Snake Island, 0.5 kilometres north-west of island Snake island	Monument of archaeology, history	985-From

According to p. 13.1.4 DBN B 2.2.-12:2018 "Planning and development of territories" to preserve the traditional nature of the environment of historical settlements and other territories, around buildings and structures - monuments of cultural heritage (architecture and urban planning),

in the absence of developed and protection zones approved in the prescribed manner within a distance equal to twice the height of these monuments, but in any case – not less than 50 m.

#### 4.10 Landscape

There is a possible **impact** on the landscape in the area of the planned activity, namely on: places of man-made changes in the topography of the bottom and shores along the Danube - Black Sea DWNF route; the part of the coast, adjacent to the mouth of the Bystre arm, where there are likely changes in the evolution processes of the Danube delta due to changed hydrodynamic conditions in the sea part of the Danube - Black Sea DWNF.

The sources of influence are: change in the morphometry of the arms and the area of the sea approach channel (hydrological influence and hydrodynamic action).

Most of the territory of the planned activity is occupied by the steppe watershed, which is a gently undulating surface composed of formations of the Neogene and Quaternary ages, dissected by river valleys and a dense network of streams. The largest absolute marks on the earth's surface (plus 125 m - plus 135 m) are characteristic in the northwestern part of the square. To the south and southeast, there is a gradual gradual decrease of terrain to zero marks.

According to the degree of dismemberment, the area is divided into *3 districts*.

*First* stands out in the north-western direction from part of the research area. It is dissected by the valley of the Kyrgyk - Kytai and Aliyaga rivers, the density of dissection is 0.4-0.45 km per 1 km<sup>2</sup>. The elevation of the surface of watersheds above the bottom of river valleys and streams ranges from 10 to 40 m.

*Area of the second district* is located to the southeast of the first district and includes the main watershed between the Kogilnik and left tributaries of the river Danube, watersheds between the rivers Kogylnyk and Sarata, as well as watersheds between the rivers Taplyk, Dracula, Hajjider. The river and stream network in the second district is much less dense. The degree of fragmentation of the terrain is 0.35 km per 1 km<sup>2</sup> square

*The third district*, which directly includes the research area, stretches along a 7-25 km wide strip along the Danube River valley and the Black Sea coast. This area is characterized by low absolute marks of the watershed surface (*plus* 5-40 m), slight excesses above the bottoms of rivers and streams (5-15 m), the presence of lakes-estuaries. The dismemberment of the truss-beam network does not exceed 0.1-0.15 km per 1 km<sup>2</sup> square. On the surface of watersheds, large elevations - mounds - are often observed.

***Erosive - accumulative relief forms (river valleys, gullies, ravines, terraces).***

The largest rivers in the research area are the Danube and its tributaries. River valleys are generally well-developed, trough-shaped with asymmetrical slopes, dissected by beams that have



the appearance of trough-like depressions with a flat bottom and gentle grassy slopes. The main direction of river flow is from north to south, with the exception of Danube. All rivers have water flow during the period of snow melting and after long rains. The width of river floodplains varies from 100 m to 1.5 km. The steepness of the slopes is  $12^\circ$ , in some areas they are cut by a dense network of beams and ravines.

The development of the Danube delta took place in conditions of significant fluctuations in the level of the Black Sea, which were accompanied by vertical discharges, lowering and raising of the land and seabed. The highest points in the delta are ridges and islands (up to 6.5 m). The greatest depths are limited to pits with whirlpools (up to 36 m). Sea ridges were formed at different times and have different degrees of development. The oldest sea ridges are Zhebriyanska and Letya, composed of sea sands that include the shells of modern molluscs. Their surface is similar to dunes.

The delta of the Kiliya arm is gradually growing and developing. Over the past 100 years, the coast has moved into the sea from the northern part of the Kiliya Delta by 40 m, in the centre - by 80 m, and in the southern part - by 120 m. The western part of the delta up to the line of the Zhebriyanska ridge has a river origin, the eastern part has a mixed (river-marine) origin. The asymmetry of the delta is explained by the movement of river sediments to the south due to the influence of sea currents and waves. Over the past decades, the increase of the delta has slowed down due to the approach of the edge of the delta to significant depths of the sea.

The entire research area is covered by a network of ravines and ravines, most well developed in the north-western part. The emergence of ravines and ravines is mainly due to the surface runoff of rainwater and meltwater.

The beams have a trough-like shape - a flat bottom and gentle grassy slopes with a steepness of  $3$  to  $16^\circ$ . The length of the beams is 1-20 km. Ravines and gullies are characterized by minor incisions, and in most cases the bedrock is not exposed in them.

Ravines and ravines belong to erosional forms. They are especially widely developed in the western part of the territory, on the slopes of valleys and ravines. The length of the ravines is 100-500 m, the width is 50-70 m, the depth of the cut is 20-30 m, the predominant shape is V-shaped and trough-shaped. Ravines are more often fading, grassy, less often progressive, with vertical steep walls, sometimes with watercourses.

The gullies are mainly cut into the overlying loam. Their length does not exceed 100 m, width up to 3-4 m, depth 1.5-2.5 m.

#### *Quarter terraces.*

*The first floodplain terrace* can be traced in the form of small cliffs on the left bank of the Danube River. It is widely developed on both banks of small rivers: Kirghik-Kytai, Aliyagi, Kogilnik, Sarati, Khadzhider. The terrace is well defined in relief by a ledge, its surface is flat, with

a width of 50 m to 3 km. Absolute surface marks range from *plus* 1 m to *plus* 20 m, soles of alluvium - from 0 to *minus* 15 m.

*The second floodplain terrace* a narrow strip is traced along the left slope of the river. Kyrgyz-Kytai, Aliyaga, Sarat and Hajider. Its surface is inclined towards the first supraflood terrace, from which it is separated by a clear ledge. Its width is from 100 m to 1.5 km, it rises above the floodplain by 6-8 m. Absolute marks of the surface - from *plus* 22 m to *plus* 27 m, soles of alluvium - *plus* 3 m. Limestones of the Pontic age serve as the base.

*The fifth floodplain terrace* can be traced along the left slope of the river valley. Danube for 70 km. Its width varies from 500 m to 13 km. In relief, the terrace is not clear. Its surface is flat, slightly undulating in parts. The absolute marks of the surface vary from 0 to *plus* 15 m, soles of alluvium - from *minus* 16 m to *minus* 25 m. The fifth terrace is buried, embedded in the Pliocene.

In addition to the described quaternary terraces, there are some that stand out in the studied area *Pliocene terraces*.

*High Pliocene terrace* observed in the area of the confluence of the Kogylnik and Sarata rivers. Its width is up to 1.5 km, the absolute markings of the surface vary from *plus* 60 to *plus* 69 m, the mark of the sole of the alluvium - *plus* 42 m. Pliocene terraces are widely developed. They represent a buried ancient valley. The absolute markings of their surface vary from *plus* 3 m to *plus* 20 m, soles of alluvium - from *minus* 10 m to *minus* 32 m. The plinth decreases in the southern direction. In the complex of Pliocene terraces, three levels of alluvium are distinguished: first level on the mark *minus* 10 m, the second - *minus* 22 m, the third - *minus* 32 m.

The south-eastern part of the territory of the research area is occupied by the Black Sea. Coastline to the delta of the river The Danube has directions from the north-east to the south-west. In the area of the delta, it is very winding and in many places is interrupted by numerous primary and secondary branches of the Danube. The Black Sea is separated from the lakes-estuaries by narrow sandy strips - sandbars. In places in the overburden there are straits that connect the estuaries to the sea.

#### ***Abrasive and accumulative relief forms.***

Abrasive and accumulative forms of relief include cliffs of sea shores up to 15 m high, beaches that enjoy development along almost the entire sea coast, and overflows of lakes and estuaries. The gentle nature of the shores is characteristic. The watershed plain, gradually descending, turns into a low and gentle estuary-type seashore, separated from the sea by wide beaches, spits and sandbanks. In this area, accumulative processes prevail.

Spits, sandbanks and beaches stretch along the entire coast of the sea, protecting it from the destructive activity of waves. Their width is from 10 m to 200 m, height above sea level is 0.3 - 1.5

m. Coastal embankments are clearly visible, rising above the main beach by 1.0 - 1.2 m. Dunes of the same height are observed in some areas.

***Gravitational landforms.***

Gravitational landforms include landforms formed by landslides. Landslide processes in the studied area are not widely developed. Only ancient landslides were recorded in the area of villages in the north-western part of the territory. The area of landslides does not exceed 200 m in length and 25-30 m in width. The amplitude of the vertical displacement is slightly more than 7 m.

Landslides were also noted along the shores of the lake. Kytai, along the rivers Kyrgyk - Kytai, Kogilynik. They are mostly ancient, often turfed.

In addition to erosion and landslides, such physical and geological phenomena as the subsidence of loess-like loams during soaking are also recorded on the territory. Subsoils are light and medium loess loams that make up the watershed.

**4.11 Socio-economic conditions**

The Verkhovna Rada Resolution of July 17, 2020 No. 807-IX "On the Formation and Liquidation of Districts" Clause 1 Clause 15 established the Izmail district with an administrative centre in the city of Izmail, which included the territorial communities of Izmail, Kiliya, Reni, Vylkove, Safyany, and Suvorove settlement.

Izmail region is one of the strongest agrarian, industrial, transport, and national-cultural regions of Odesa Oblast, which includes 4 cities, 39 rural settlements, and 1 urban-type settlement. The total population of the district is 215.2 thousand people.

A separate geographical "advantage" is a two-kilometre strip of sea water along the coast and the village of Bile, located on Snake Island, which is the most distant settlement from land in Ukraine. The village is located 37 kilometres to the east of the coast - the Danube Delta, Snake Island has become accessible to tourists in recent years.

According to the data of the Main Department of State Geocadastre in Odesa region, the total area of Izmail district is 341,000 hectares, of which 212,000 hectares are agricultural land, of which 97% (205,000 hectares) is agricultural land: arable land 180.2 thousand ha; perennial 9.5 thousand ha; hayfields 1.7 thousand ha; pastures 13.4 thousand ha

Of the total amount of land, 49.7% (170,000 ha) is state-owned, 50.2% (171,000 ha) is private; 0.1% (0.3 thousand hectares) - communal.

The main financial and statistical indicators of the Izmail District in 2021 by industry are presented in Table 4.36.

The branch structure of the regional economy by the number of institutions is presented in fig. 4.21 and 4.22.

The industry of the Izmail district is represented by enterprises for the production of food and non-food products, processing industry, shipbuilding, ship repair, and electricity. The largest enterprises of the district are presented in the table. 4.37.

Regarding port infrastructure maintenance enterprises:

1. ESSSD "Kiliya Shipbuilding and Ship Repair Plant" PJSC "UDP", town Kiliya. Specialization: civil shipbuilding ("river-sea"), ship repair. Powers: side mechanical slip with 11 slip places. The load capacity of the blind is 700 t, max. the length of vessels for lifting is 80 m.

2. PJSC "Dunaisudnoremont", city Izmail Specialization: repair ("river-sea"). Powers: dimensions of repaired vessels: length up to 140 meters; dock weight up to 5000 tons; sediment up to 4.5 meters. Number of employees: 332 (2019)

3. LLC "Ship Repair Enterprise "Dunaisudnoservice", m. Izmail Specialization: repair of ships weighing up to 4,000 tons and up to 120 m in length. Powers: total length of quay walls: 510 m. Floating docks with a capacity of 2500-4500 tons, length on the slipway deck 67 or 100 m, max. width 31.1 m. Number of employees: 440 (2019)

4. PJSC "Port "Dunaisudnoservice", m. Ishmael Specialization: repair and maintenance of ships and boats, cargo handling operations. The number of full-time employees: 55.

Agriculture is one of the most important components of the economy of the Izmail district.

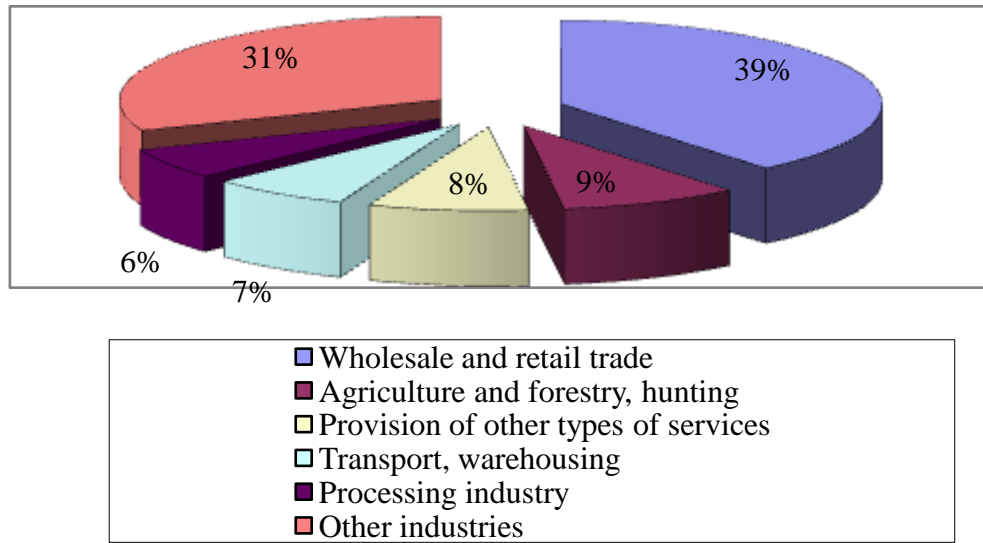
The agricultural sector of the district specializes in the cultivation of grain and technical crops, with a developed production of sunflower, grapes, fruits, berries and vegetable growing. Collection and processing of varietal and hybrid seeds, as well as with the largest rice growing centre in Ukraine. Rice fields stretched over almost 5,000 hectares along the Danube.

**Table 4.36 – Main financial and statistical indicators of the Izmail District in 2021 by industry**

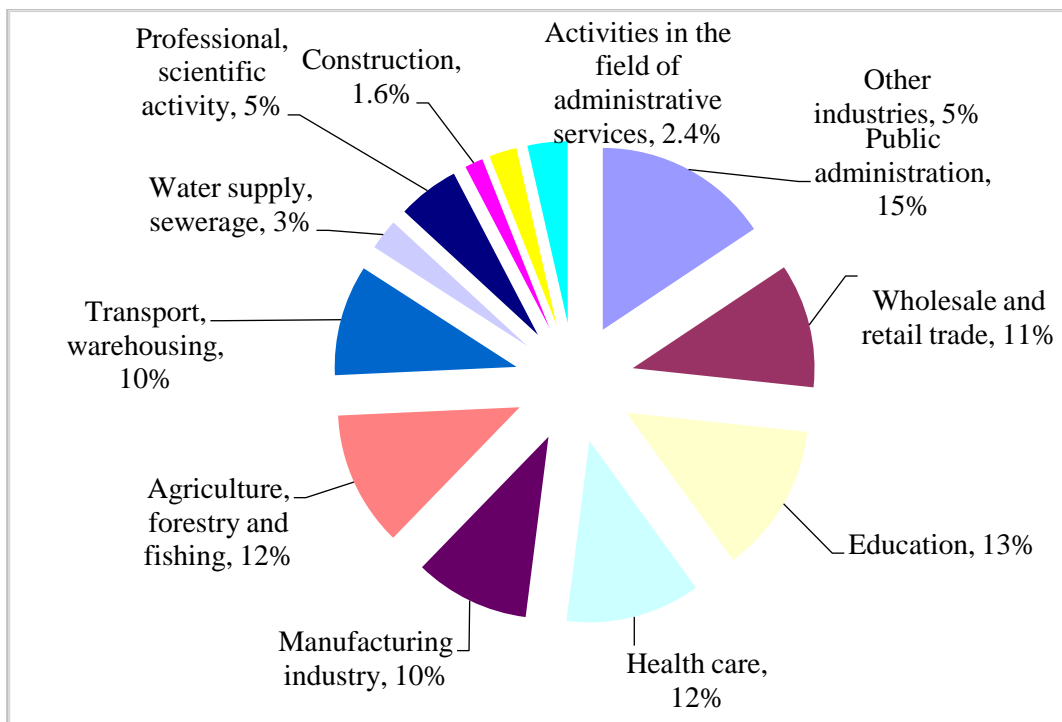
No	Branch	Number of establishments	of them:			Average salary (accounting average), UAH.			The average number of employees	Percentage ratio of industries by number of institutions, %	Percentage ratio of industries by number of full-time units, %
			communal institutions	budget institutions	legal and physical representatives of the business	communal facilities	the budget will be established	legal and physical representatives of the business			
1	Construction	71			71			5684	400	3	1.6
2	Informatization and communications	36			36			4675	189	1	0.8
3	Water supply, sewerage	28	18		10	7230		5426	674	1	2.7
4	Activities in the field of administrative and auxiliary services	94	2		92	8940		5164	605	4	2.4
5	Governance	58	3	55		6000	10000		3850	2	15.4
6	Mining industry	3			3			5500	22	0	0.1
7	Art, sport	12	3		9	8250		6835	140	0	0.6
8	Provision of other types of services	186	3		183	6160		7000	229	8	0.9
9	Provision of communal services	4			4			11280	17	0	0.1
10	Real estate transactions	92	2		90	4160		6970	260	4	1.0
11	Real estate transactions, rent	1			1			6100	3	0	0.0
12	Wholesale and retail trade	942	3		939	8200		6169	2717	39	10.8
13	Education	82	7	75		10480	9360		3281	3	13.1

Continuation of table 4.36

14	Health care	79	12	5	62	8770	7645	6570	2951	3	11.8
15	Processing industry	143	2		141	16100		6200	2520	6	10.1
16	Supply of electricity, natural gas	10	2		8	16600		17100	177	0	0.7
17	Professional, scientific, technical activity	76	6	5	65	8900	8500	6000	1351	3	5.4
18	Agriculture, forestry and fisheries	227	1	2	224	2450	7380	6300	2957	9	11.8
19	Agriculture, hunting, forestry	2			2			4625	4	0	0.02
20	Temporary accommodation and catering	112			112			5600	267	5	1.1
21	Trade, auto repair	1			1			3000	1	0	0.004
22	Transport, warehousing	158	1		157	8230		7880	2424	7	9.7
23	Financial and insurance activities	4			4			4440	8	0	0.03
	TOTAL	2421	65	142	2214	8600	8500	6600	25047	100	100



**Figure 4.21 – Percentage ratio of industries of Izmail district by the number of institutions**



**Figure 4.22 – Percentage ratio of industries of Izmail district by the number of employees**

**Table 4.37 – The largest enterprises of the Izmail district**

<b>No. z/p</b>	<b>Belonging (population)</b>	<b>Key enterprises</b>	<b>Specialization</b>
1	Izmail local community	PJSC "IZTPV" "Dunai-pak"	Production of packaging
2		LLC "Izmail pulp and paperboard plant"	Production of corrugated iron
3		LLC "Mega-lux"	Production of crackers and straws
4		"Mechanical Assembly Universal Plant" LLC	Production of equipment for the food industry
5		LLC "Tiras-TM" Mosaic"	Production of ice cream
6		LLC "Izmail-Transbalkterminal"	Oil production
7		LLC "Izmail Brewery"	Beer production
8	Kiliya local community	LLC "TITAN"	Production of meat and milk products. Production of beer, soft drinks, bottled mineral water
9		LLC "KAMOLINO-HOLDING"	Production of products of the flour milling and grain industry
10	Safyany local community	Dunaysudoremont PJSC	Renovation of river and marine vessels.
11		PJSC Port Danube Service	Repair and maintenance of ships and boats
12		Ship Repair Enterprise "Danuysudnoservice" LLC	Repair and maintenance of ships and boats
13	Reni territorial community	PJSC "Vinogradar"	Production of grape wines
14	Suvorov territorial community	PJSC "Izmailskyi Vinzavod"	Production of grape wines
15		LLC "Golden Class"	Production of pasta products

Wheat, barley, corn, sunflower, rapeseed are grown on an area of approximately 100,000 hectares, which is about 55% of the area's arable land. It is these crops that are the main export potential of the country, therefore the global balance of demand and supply for them significantly affects the export price and the price level in the domestic market.

Also, on the territory of the district, organic products are grown on 2,000 hectares (LLC "Daunayskiy agrariy v. Safyany"): durum wheat, millet, lentils, corn, canola, barley, peas, chickpeas, mustard, sunflower, potato, onion, beet, carrot, pepper, tomato, sweet potato, melon, watermelon, plum, nectarine, peach and medicinal herbs. As well as the production of organic eggs and cottage cheese, raising chickens, ducks and sheep. The process of collection, processing and storage of all products meets all the requirements of organic certification of the international body "Organic Standard", certified by EU-UA-BIO, NOP, BIO SUISSE.

The land fund of the Izmail district is 347.6 thousand hectares, including 210.4 thousand hectares of agricultural land, of which 184.4 thousand hectares are arable, 9.8 thousand hectares of perennial plantations, 16.1 thousand hectares of hayfields and pasture



During the 2021 harvesting campaign, 72.1 thousand hectares of early grain and leguminous crops were threshed in agricultural enterprises of the Izmail district, 269 thousand tons of grain were threshed, with an average yield of 37.3 tons/ha. In addition, 7.6 thousand tons of winter rape were threshed from 3.5 thousand hectares. In total, as a result of the harvest, the gross production of grain amounted to 304 thousand tons. The region also harvested sunflowers - 44,100 tons, vegetables - 1,600 tons and potatoes - 2,000 tons, fruits and berries - 1,300 tons, grapes - 10,000 tons.

For the 2022 harvest, agricultural producers sowed 60.2 thousand hectares of winter grain crops, including: 36.4 thousand ha of winter wheat; 29.9 thousand hectares of winter barley. In addition, 7.9 thousand hectares of winter rapeseed were sown.

In December 2021, agricultural producers of the Izmail district received a subsidy through state support to compensate for losses from completely lost (dead) agricultural crops as a result of a natural emergency in the amount of UAH 22,600,931 thousand for the area of dead crops - 31,128.20 hectares.

74.5 million UAH were charged for the lease of land shares by agricultural enterprises for 2021, which is 3.1% of the value of the normative monetary assessment of the land. A total of 91,600 ha of shareholding land is used by agricultural enterprises under lease agreements with shareholders.

Animal husbandry in the district is represented by: Cattle - 4803 heads, of which cows - 2691 heads, pigs - 5970 heads, sheep and goats - 54799 heads, poultry - 661 thousand heads. Production of livestock products in 2021 for all categories of farms is 4.4 thousand tons of meat, 8.1 thousand tons of milk, 50.6 million eggs. In recent years, animal husbandry has undergone significant structural changes: the number of farm animals in enterprises decreased and significantly increased in households.

In 2021, 147 residents of the Izmail District benefited from state support for existing bee colonies, which received UAH 1,704.0 thousand. for keeping 8,520 bee colonies.

In the Izmail region, work is carried out annually to preserve indigenous fish species in the region's reservoirs. In order to increase the amount of aquatic living resources caught, 5 enterprises use reservoirs in the mode of specialized commercial fish farming (STRG), which, on the basis of scientific justification, conduct fishing and stocking of aquatic living resources in reservoirs: LLC "Dunaiakvaresurs" - lake Kagul, LLC "Repida" - lake Yalpug-Kugurlui, LLC "Fish of Bessarabia" - lake Safyany, AFC "Pridunaiska niva" - lake Katlabukh, LLC "Soyuzagroprom" - lake Kytai. In 2021, 124 tons (4,960,000 pieces) of herbivorous fish species were released into the district's reservoirs.

The geographical location of the Izmail District determines the development of the district as a major international transport hub on the lower part of the Danube River.

The main directions of highways are Izmail - Odesa, Izmail - Chisinau, Izmail - Reni - Galats (Romania).

The main transport hubs are the Izmail and Reni trade ports, the port of Ust-Dunaisk and Ukrainian Danube shipping, railway stations - st. Izmail, st. Katlabukh, st. Tashbunar and Izmail Airport.

International transport corridors No. 7 Danube (water), with a total length of 2415 km, connecting Eastern and Western Europe, pass through the territory of the district. Transport Corridor No. 9 - land with a unique modern ferry complex "ORLIVKA - ISAKCHA" in the village of Orlivka with an international crossing point across the state border for ferry, passenger and cargo connections between the settlements of Orlivka (Ukraine) - Isakcha (Romania).

To date, a network of bus routes has been formed to meet the needs of the population of the Izmail district in passenger transportation. The total length of the bus network is 873 kilometres. Regular passenger transportation in the Izmail district is carried out in the "routine taxi" mode and the "normal" mode of traffic. The bus network consists of 30 routes.

Let's analyse the dynamics of the indicators of Odesa region, Izmail, Kiliya and Reni districts.

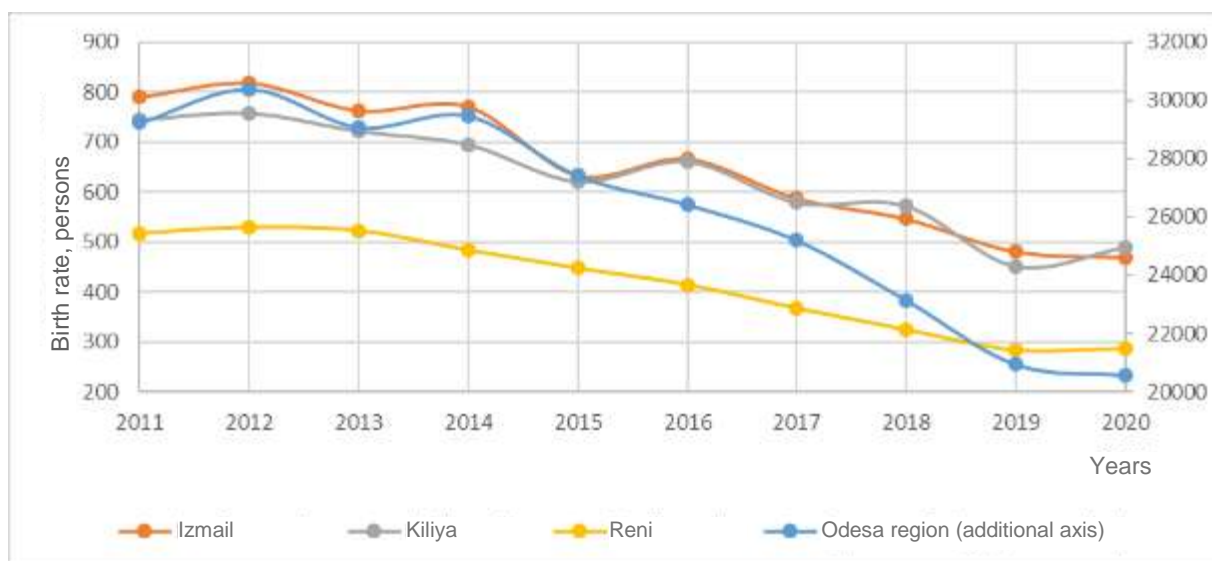
For ten years, there has been a general decrease in the number of births in Odesa region. In particular, from 2011 to 2015, as can be seen from Table 4.38, the number of births decreased by about 6 thousand, after which some stabilization took place. In all four districts of the region, a similar dynamic of the decrease in the number of births is observed, but there are differences in the absolute values of the number of births between different districts (Figure 4.23).

For example, in the Izmail District from 2011 to 2020, the number of births decreased from 789 to 469, which is a significant decrease. At the same time, the decrease was less pronounced in the Kiliya district, and the number of births remained approximately at the same level for 10 years in the Reni district.

**Table 4.38 - Birth rate dynamics in Odesa region, Izmail, Kiliya and Reni districts for 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	29225	30384	29075	29465	27416	26417	25195	23144	20938	20555
Izmail	789	817	762	770	633	666	587	546	481	469
Kiliya	745	758	722	695	621	661	579	572	451	489
Reni	517	529	522	483	447	414	367	324	283	286

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



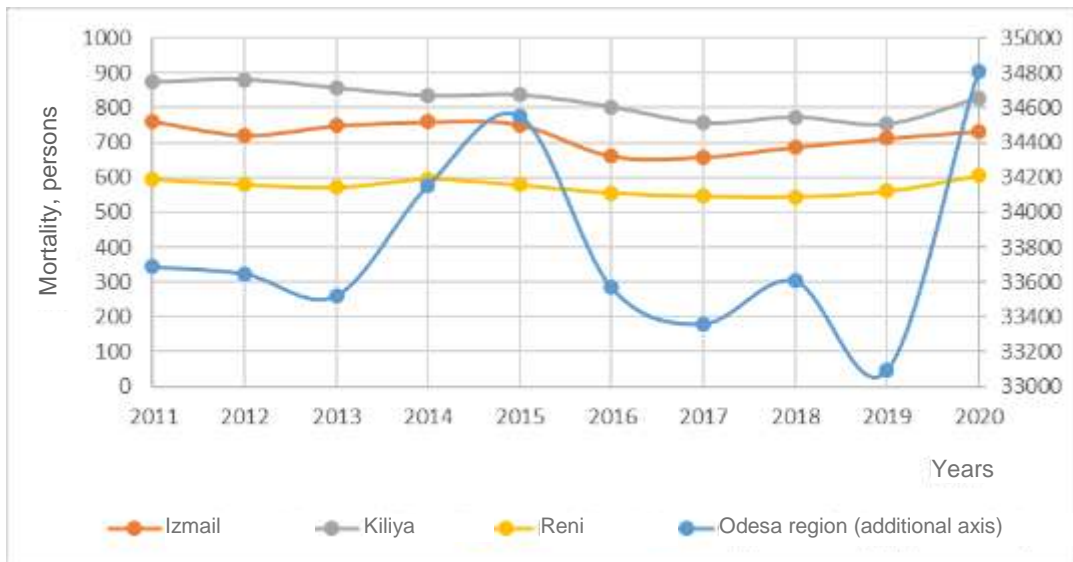
**Figure 4.23 – Dynamics of the birth rate in Odesa in the Odesa region for 2011-2020**

The dynamics of mortality is presented in table 4.39. In general, the number of deaths increased from 2011 to 2015, after which there was a slight decrease, but in 2020, the number of deaths increased again significantly compared to previous years. In three districts of the region, there is a general trend of increasing the number of deaths, and in the Reni district, the number of deaths increased by 10% over ten years (Fig. 4.24).

**Table 4.39 – Dynamics of mortality in Odesa region in 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	33688	33648	33523	34155	34555	33570	33361	33607	33091	34809
Izmail	762	722	749	760	752	662	659	688	713	733
Kiliya	874	881	857	835	837	803	757	774	754	828
Reni	596	581	572	596	579	556	547	545	561	606

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.24 – Dynamics of mortality in Odesa region in 2011-2020**

In the region, there is a negative natural increase during the entire period, which indicates a greater number of deaths than births. At the same time, in the Odesa region, the natural increase became smaller every year, and reached its lowest point in 2020, when the number of deaths exceeded the number of births by 14,254 people. This is evidenced by the data from Table 4.40. A negative natural increase is also observed in three districts, but the amount of losses was a significantly smaller number of people compared to the Odesa region as a whole.

**Table 4.40 – Dynamics of natural growth in Odesa region, persons**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	-4463	-3264	-4448	-4690	-7139	-7153	-8166	-	-	-
Izmail	27	95	13	10	-119	4	-72	-142	-232	-264
Kiliya	-129	-123	-135	-140	-216	-142	-178	-202	-303	-339
Reni	-79	-52	-50	-113	-132	-142	-180	-221	-278	-320

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

In Odesa region, there was positive natural migration only in 2012 and 2018, in other years the number of departures exceeded the number of arrivals (table 4.41). In Izmail and Kiliya districts, there was negative natural migration during the entire observation period, that is, the number of departures exceeded the number of arrivals. In the Reni district, negative natural migration also took place, with the exception of 2011 and 2020.

**Table 4.41 – Dynamics of natural migration in Odesa region. in 2011-2020, persons.**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	2020
Odesa region	4090	10127	5781	4639	986	7696	9075	5131
Izmail	-33	-129	-180	-155	-53	-279	-104	-104
Kiliya	-68	-207	-159	-91	-237	-318	-332	-189
Reni	100	-84	-144	-82	-41	-158	-129	-128

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

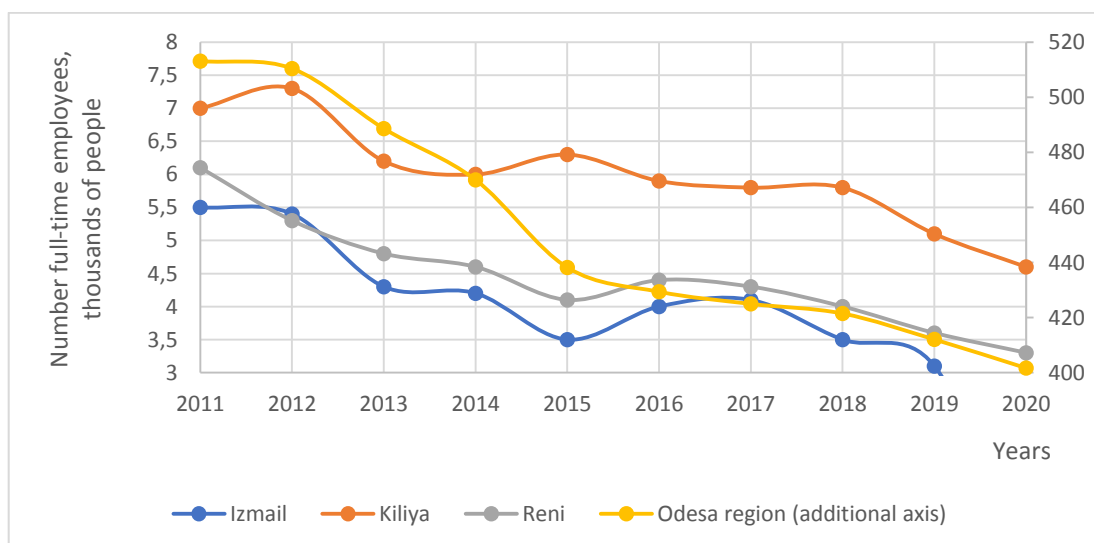
In the period from 2011 to 2020, there was a decrease in the average registered number of full-time employees in the Odesa region, from 513.1 thousand people in 2011 to 401.7 thousand people in 2020 (Fig. 4.25). Data on the dynamics of the average registered number of full-time employees are presented in Table 4.42. A decrease in the number of employees was also observed in all three regions of the region.

**Table 4.42 – Dynamics of the average accounting number of full-time employees, thousands of people**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Odesa region</b>	<b>513.1</b>	<b>510.4</b>	<b>488.6</b>	<b>470</b>	<b>438.2</b>	<b>429.4</b>	<b>425</b>	<b>421.5</b>	<b>412.1</b>	<b>401.7</b>
Izmail	5.5	5.4	4.3	4.2	3.5	4	4.1	3.5	3.1	3.0
Kiliya	7	7.3	6.2	6	6.3	5.9	5.8	5.8	5.1	4.6
Reni	6.1	5.3	4.8	4.6	4.1	4.4	4.3	4	3.6	3.3

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

Over the past ten years, the Odesa Region has experienced negative natural growth, that is, the number of deaths has exceeded the number of births, which has led to a decrease in the total population of the region. It is also worth noting that natural migration of people took place during this period, the fluctuations of which were unstable.



**Figure 4.25 – Dynamics of the average accounting number of full-time employees, thousands of people**

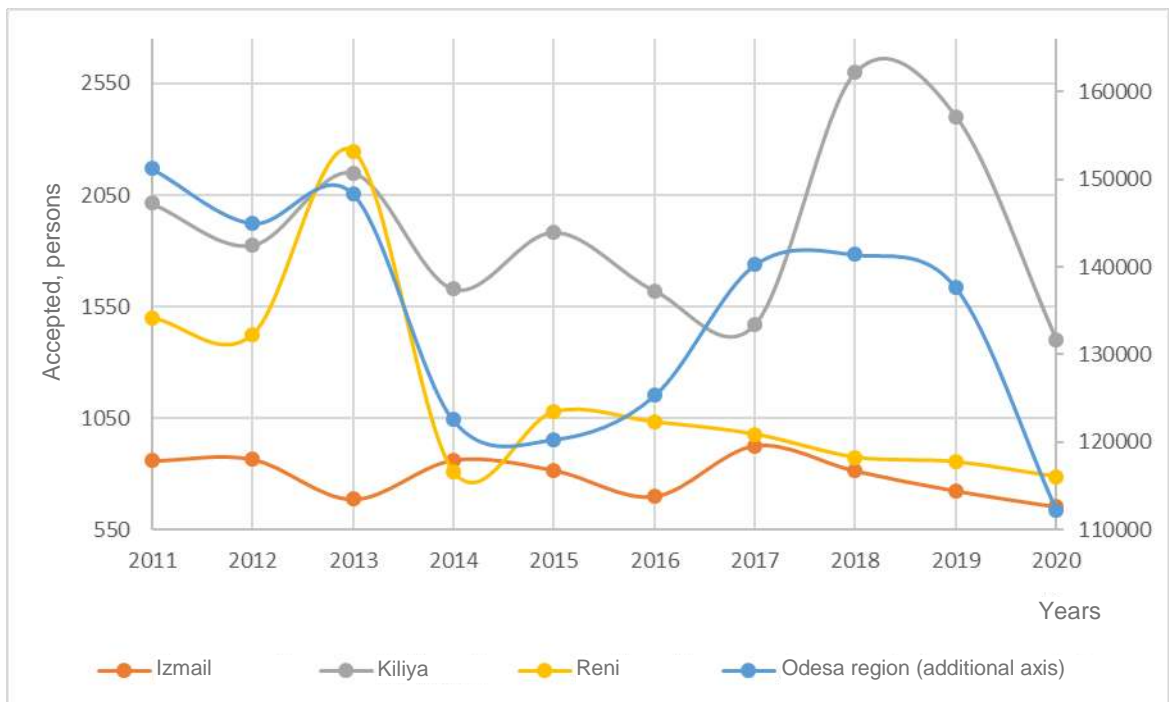
Regarding employment, the average registered number of full-time employees in the Odesa region has also decreased in recent years. In the cities of Izmail, Kiliya and Reni, the decrease in the number of workers was more noticeable, but the general dynamics in all districts were directed in the same direction.

It can also be noted that over the last ten years, the Odesa region has seen fluctuations in the number of hired and fired employees. In particular, in Izmail district, the number of hired and dismissed workers was smaller compared to other districts, and in Kiliya district - more, as can be seen from tables 4.43 and 4.44. The level of dynamics of hired and fired employees is illustrated in fig. 4.26 and fig. 4.27.

**Table 4.43 – Dynamics of the number of full-time employees hired in the Odesa region for 2011-2020, persons**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	151249	144989	148355	122537	120331	125323	140248	141388	137621	112217
Izmail	860	867	689	863	818	702	927	815	726	655
Kiliya	2013	1824	2149	1628	1883	1621	1470	2600	2402	1402
Reni	1499	1422	2247	811	1078	1033	978	875	854	787

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



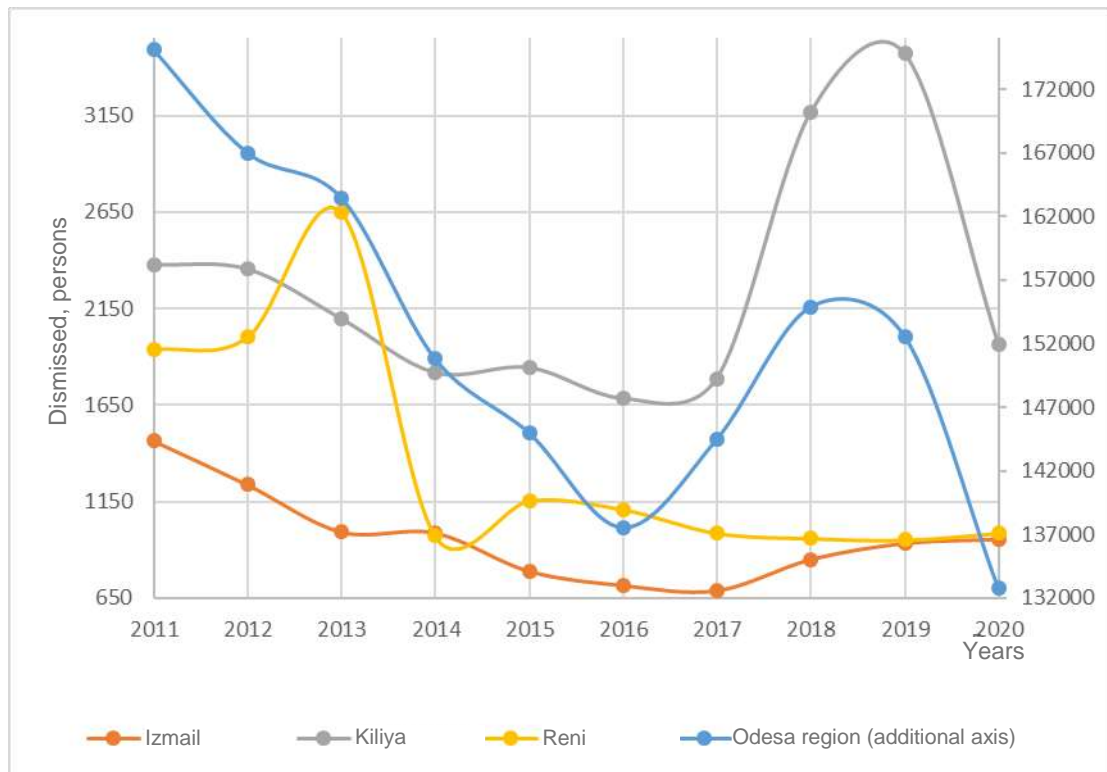
**Figure 4.26 – Dynamics of the number of employed full-time employees in Odesa region for 2011-2020, persons**

**Table 4.44 – Dynamics of the number of dismissed full-time employees in the Odesa region for 2011-2020, persons**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	175096	167007	163473	150815	144991	137555	144513	154902	152593	132754
Izmail	1465	1237	992	987	788	714	687	849	933	954
Kiliya	2376	2353	2095	1815	1842	1682	1787	3167	3472	1964
Reni	1937	2002	2646	972	1154	1109	987	959	951	986

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

Over the ten-year period from 2011 to 2020, the average annual nominal salary of full-time employees in Odesa region increased from UAH 2,387 to UAH 10,336, which is shown in Table 4.45. The average registered number of full-time employees decreased from 513.1 thousand people in 2011 to 401.7 thousand people in 2020, the number of hired and dismissed people also decreased. The dynamics of the average annual salary is shown in the graph in fig. 4.28.



**Figure 4.27 – Dynamics of the number of dismissed full-time employees in Odesa region for 2011-2020, persons**

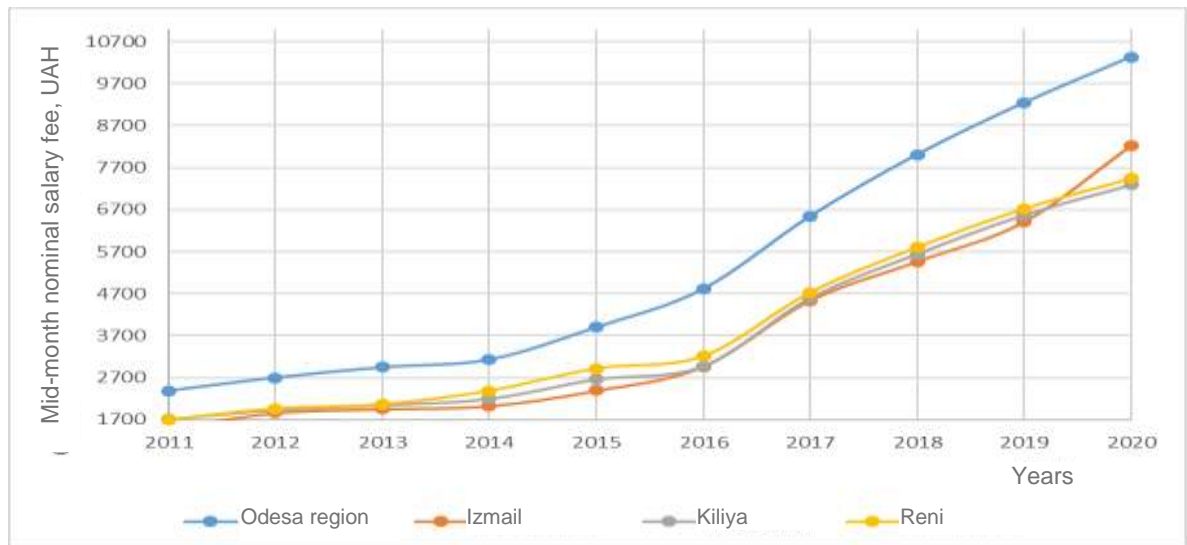
**Table 4.45 – Dynamics of the average annual salary in Odesa region for 2011-2020, UAH.**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	2387	2700	2947	3129	3897	4809	6542	8011	9246	10336
Izmail	1495	1863	1956	2029	2393	2967	4535	5465	6406	8215
Kiliya	1708	1933	2043	2197	2658	2973	4590	5639	6567	7283

Reni	1706	1968	2070	2390	2922	3215	4726	5804	6718	7438
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

The dynamics of the financial result before taxation is indicated in table 4.46. In 2011, all three regions showed a positive result, but a year later, in 2012, Odesa region and Kiliyskyi district experienced negative financial results before taxation, while Izmailskyi district increased its profit. In 2013, the situation worsened sharply for Odesa region and Kili district, when their results became significantly more negative than in previous years.



**Figure 4.28 – Dynamics of the average annual salary in Odesa region for 2011-2020, UAH.**

**Table 4.46 – Dynamics of the financial result before taxation, million UAH**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	286.3	-185.0	-518.5	-29526.0	-15663.4	1024.6	6793.2	23628.7	23628.7	5228.0
Izmail	36.1	13.1	27.2	98.1	260.6	127.3	188.8	149.4	8.7	-62.5
Kiliya	33.2	-17.9	6.3	-918.2	-581.5	-231.3	-616.7	173.3	-92.3	-101.8
Reni	-4.0	-97.1	4.1	-477.1	-203.8	53.3	120.2	225.4	763.2	1058.2

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

In 2014, the financial result of Odesa region and Kili district became extremely negative, which indicates large losses in these regions. However, in the following years, they began to improve their financial performance. In 2015, Izmail district also suffered significant losses, but in the following years it showed stable growth in its financial results. In 2017, the Odesa region returned to a positive result, which continued in the following years, but the level of profit did not reach the values that were in 2011-2012.

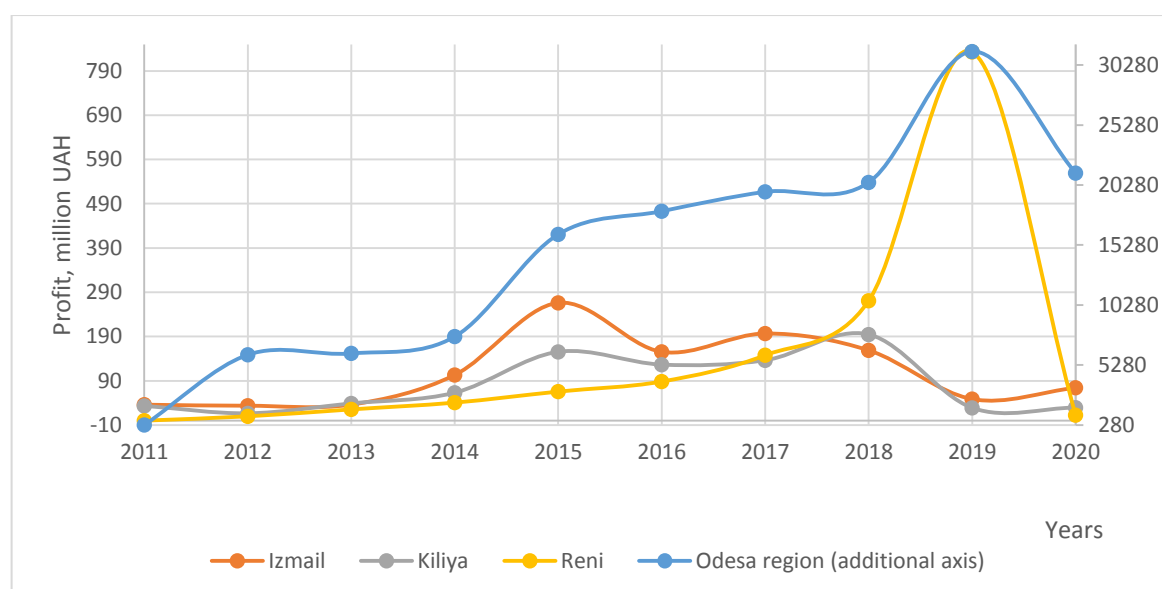


The values of profit before taxation of profitable enterprises in the Odesa region grew during the entire period, with the exception of 2011 and 2012, when the profit was lower (Fig. 4.29). In 2020, the value of profit before taxation in Odesa region amounted to UAH 21,273.6 million, which is indicated in table 4.47.

**Table 4.47 – Profit before taxation of profitable enterprises, million UAH.**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	286.3	6137.5	6253.2	7654.1	16166.5	18097.2	19713.4	20496	31400.9	21273.6
Izmail	36.1	33.7	36.2	103.1	266	155.4	196.7	158.8	48.7	74.3
Kiliya	33.2	16.4	38.8	62.9	155.2	126.3	136.2	194.4	28.8	29.3
Reni	-4.0	9.7	25.4	40.7	65.6	88.3	147.8	270.8	833	12.4

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.29 – Profit before taxation of profitable enterprises, million UAH.**

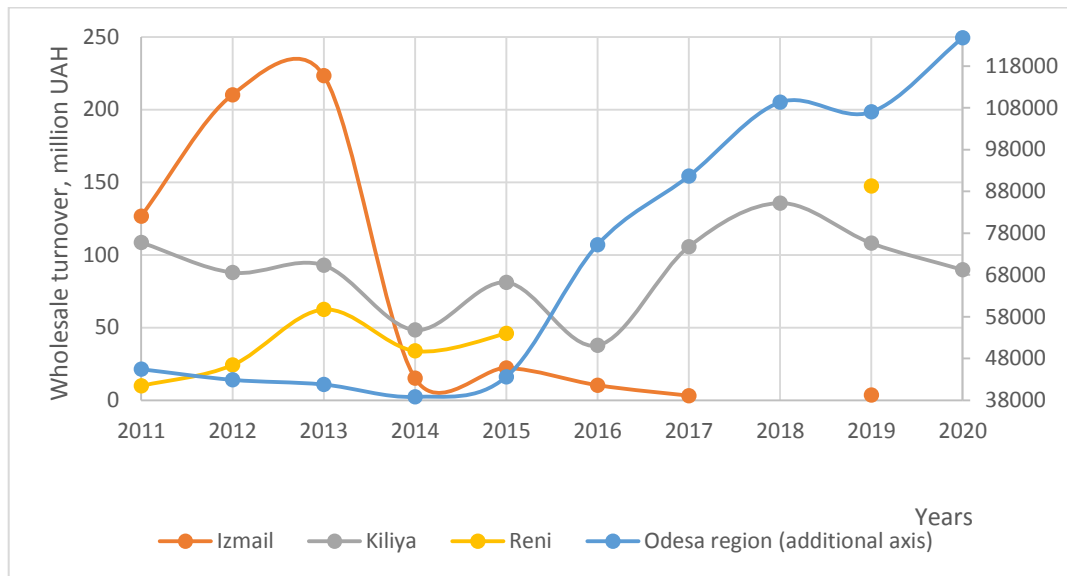
Over the period from 2011 to 2020, the wholesale turnover of Odesa region increased by 174.4%, from UAH 45.5 billion to UAH 124.8 billion (table 4.48). At the same time, Izmail and Kiliya districts also experienced a certain increase in wholesale turnover, and Reni district showed the largest increase from UAH 9.9 million in 2011 to UAH 147.4 million in 2019, which is illustrated in Fig. 4.30.

Capital investments in Odesa region grew from UAH 8 billion in 2011 to more than UAH 21 billion in 2020 (table 4.49). However, it is possible to notice a decline in investments in 2013, which, however, was compensated by a significant increase in the following years, in particular in 2016-2017. At the same time, a long-term decline in investments from 2014 to 2020 was noticeable in the Izmail district, with a maximum value of UAH 179,000 in 2017.

**Table 4.48 – Dynamics of wholesale turnover in Odesa region. for 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	45452.7936	42905.8	41784.1	38824.5	43597.4	75226.7	91670.6	109363	107057	124780
Izmail	126.6327	210.1	223.3	15.2	22.2	10.3	3.1		3.6	
Kiliya	108.5552	87.9	92.9	48.4	81.1	37.8	105.6	135.6	108.1	89.8
Reni	9.9313	24.3	62.5	34	46				147.4	

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

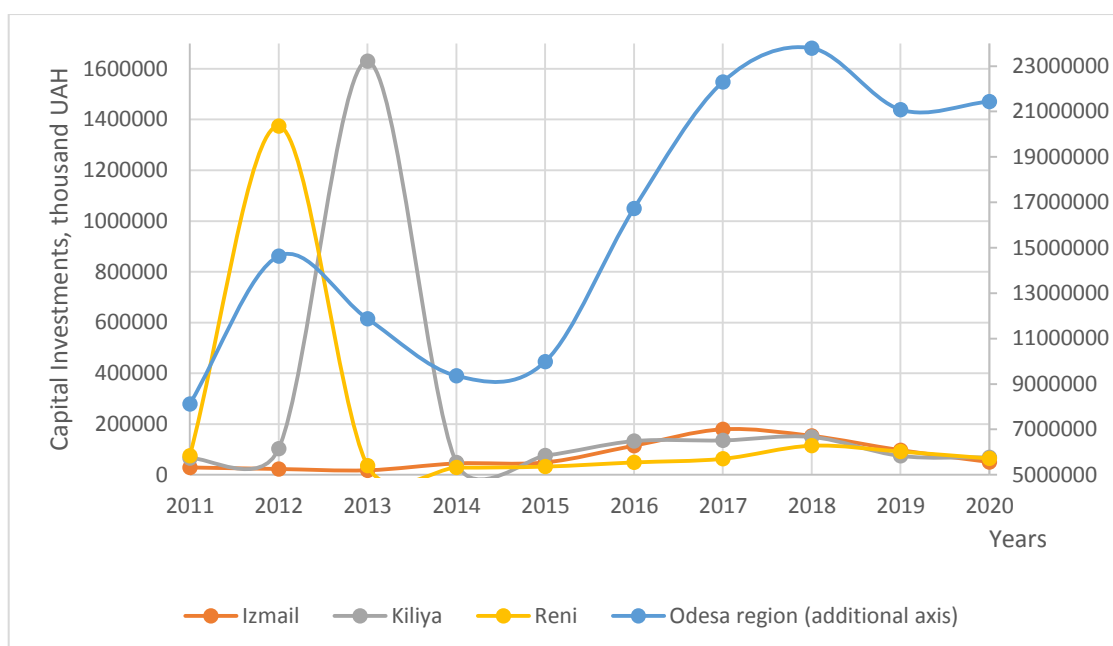
**Figure 4.30 – Dynamics of wholesale turnover in Odesa region. for 2011-2020**

The Kiliya district also saw a decline in investment in 2014, but growth was recorded in subsequent years. Periodic fluctuations in the level of investments can be observed in the Reni district, with a maximum value of UAH 1,374,000 in 2012 and some decrease in the following years, but the overall trend remains positive. This trend can be seen from fig. 4.31.

**Table 4.49 – Dynamics of capital investments in actual prices in Odesa region in 2011-2020, thousand UAH.**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	8119078	14631168	11872178	9361348	9983523	16728698	22299736	23787770	21080135	21437623
Izmail	28649	22650	17486	44436	48557	114527	179313	153301	96737	50224
Kiliya	65689	103012	1629956	48552	76157	133145	135839	149419	74830	68916
Reni	75284	1374210	36198	28954	32683	49179	63385	115025	91757	64775

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



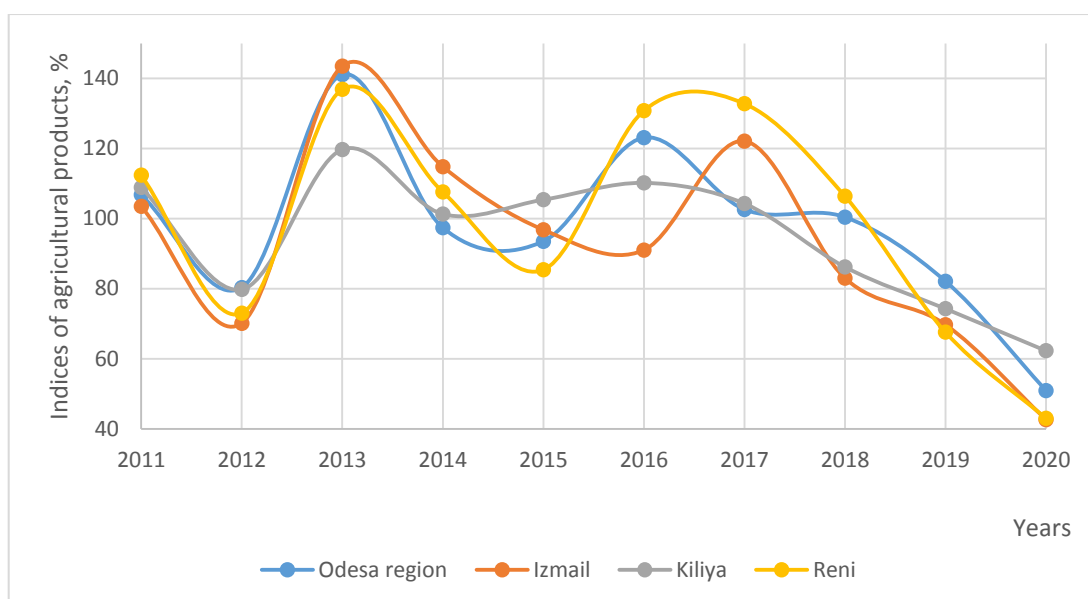
**Figure 4.31 – Dynamics of capital investments in actual prices in Odesa region in 2011-2020, thousand UAH.**

Analysing data on indices of agricultural products in the Odesa region for the period from 2011 to 2020, it can be seen that, in general, unstable dynamics are observed in the region (Fig. 4.32). The indices show different increases and decreases in different years. In some districts, such as Kiliyskyi, there was a steady increase in indices over the ten-year period, while in Reni district it fluctuated significantly (table 4.50). In 2020, the general index of agricultural products in Odesa region significantly decreased compared to previous years, which may indicate problems in the agricultural sector of the region.

**Table 4.50 – Indices of agricultural products, percentages to the previous year in Odesa region in 2011-2020, %**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	106.8	80.3	141.1	97.4	93.5	123.1	102.6	100.4	82.1	50.9
Izmail	103.5	70.1	143.5	114.8	96.8	91	122.1	83	69.7	42.6
Kiliya	108.9	79.8	119.7	101.3	105.4	110.2	104.3	86.2	74.3	62.3
Reni	112.4	73	136.9	107.6	85.4	130.8	132.8	106.4	67.6	43

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



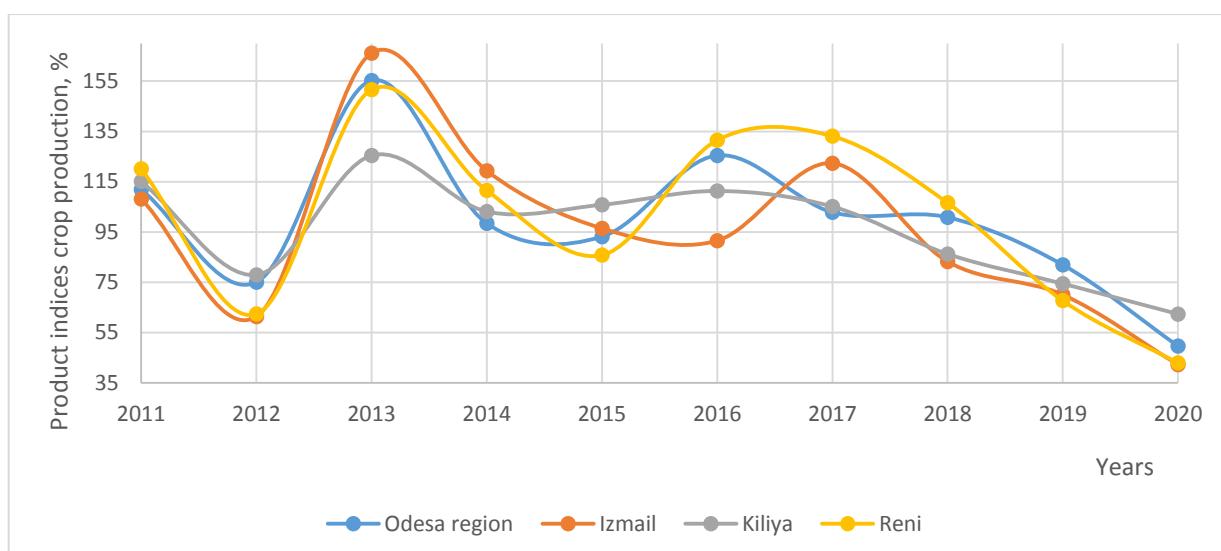
**Figure 4.32 – Dynamics of the index of agricultural products, percentages to the previous year in the Odesa region in 2011-2020, %**

Despite the fact that crop production indices in some years reflected positive dynamics, the general trend over the course of ten years was somewhat negative. This is illustrated in fig. 4.33. In 2012, there was a significant decrease in indicators in all districts, and in 2020, they decreased even more compared to the initial values of 2011 (table 4.51).

**Table 4.51 – Dynamics of the crop production index, percentages to the previous year in Odesa region for 2011-2020, %**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	111.9	75	155.2	98.4	93.1	125.4	102.8	100.8	81.9	49.6
Izmail	108.1	61.3	166.1	119.3	96.4	91.5	122.3	83.2	70	42.2
Kiliya	115.1	77.9	125.4	103.1	105.8	111.3	105.1	86.2	74.4	62.3
Reni	120.1	62.4	151.6	111.5	85.8	131.5	133.1	106.6	67.7	42.9

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.33 – Dynamics of the crop production index, percentages compared to the previous year in the Odesa region for 2011-2020, %**

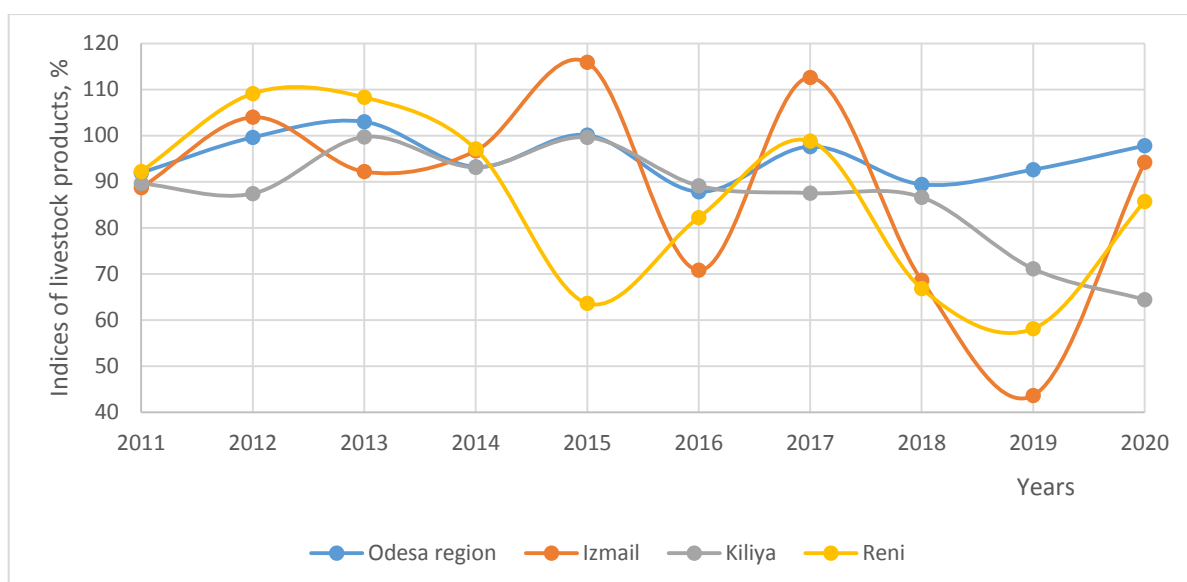
Indices of livestock production in Odesa region and Kiliya district remain at a stable level during the studied period, with minor fluctuations from -10% to 10%. At the same time, Izmail and Reni districts show a higher variability in livestock production indices with different indicators from -35% to 45%. This is evidenced by the data from table 4.52 with the accompanying graph in fig. 4.34.

In the period from 2011 to 2020, a stable increase in the volume of industrial production was observed in the Odesa region. In particular, in 2020, the volume of production reached almost UAH 71 billion, which is more than three times more than in 2011.

**Table 4.52 - Dynamics of the livestock production index, percentages compared to the previous year in the Odesa region for 2011-2020, %**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	91.9	99.6	103	93.2	100.1	87.8	97.6	89.4	92.6	97.8
Izmail	88.7	104	92.2	96.7	115.9	70.8	112.6	68.6	43.6	94.2
Kiliya	89.6	87.4	99.7	93.1	99.6	89.1	87.5	86.6	71.1	64.4
Reni	92.2	109.1	108.3	97.1	63.6	82.2	98.8	66.8	58.1	85.7

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.34 – Dynamics of the livestock production index, percentages compared to the previous year in Odesa region for 2011-2020, %**

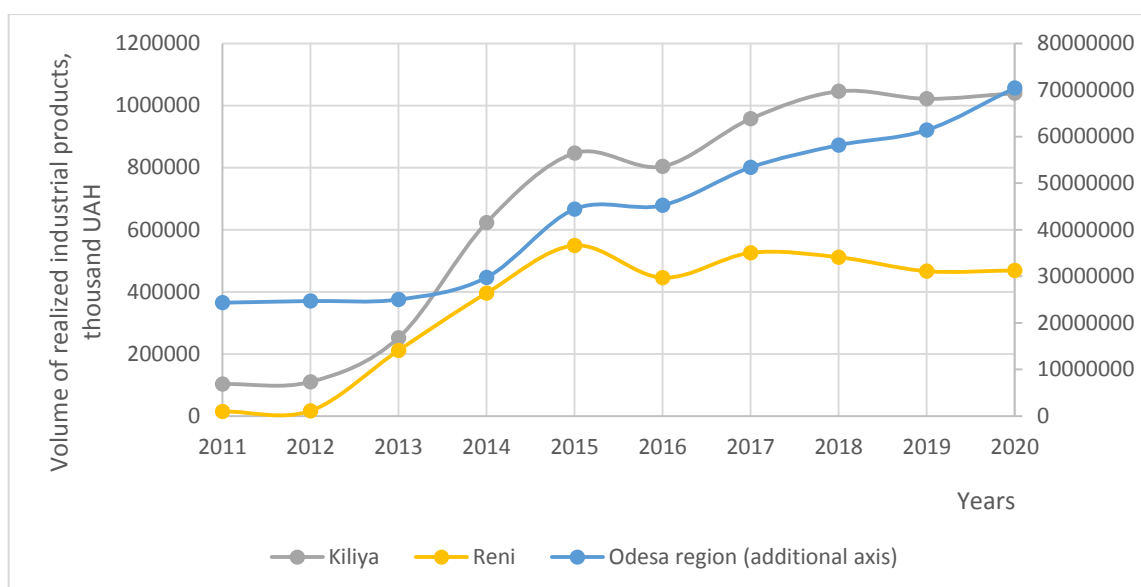
At the same time, as can be seen from Table 4.53, individual regions of the region may have different growth rates of industrial production. For example, in the Izmail district, there are no data on the volume of production in this period. In Kiliyskyi and Reni districts there was a noticeable increase in the volume of production, however, it was less intensive compared to the regional average.

Kiliya district has shown steady growth since 2011, with a relatively small increase in 2013, but a more than doubling in 2014 of industrial output (Table 4.54, Fig. 4.35). Then the growth was a little slower in the following years, but still the growth continued. In 2020, the volume of industrial products sold in the Kiliya district amounted to about 1.5% of the total volume of the region.

**Table 4.53 – Dynamics of the volume of sold industrial products (goods, services) in the Odesa region for 2011-2020, thousand UAH**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	24359910.1	24722637.3	25041061.4	29775475.6	44437758.7	45256481.9	53395848.8	58166490.2	61408047.6	70437563.9
Izmail										
Kiliya	103273.6	110368.4	252351.4	623038.8	846876.5	804163.8	957641.8	1046071.1	1021984.5	1039798.9
Reni	5008	16942.9	211509.8	395968.4	549407.7	445789.8	525817.2	511594.2	466787.8	469154.4

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.35 – Dynamics of the volume of sold industrial products (goods, services) in the Odesa region for 2011-2020, thousand UAH**

The Reni district has also shown steady growth since 2011, with a small increase in 2013 and a more notable increase in 2014. The growth continued in the following years, albeit with greater variations, and in 2020 the volume of industrial products sold in the Reni district was about 0.7% of the total volume of the region.

**Table 4.54 – Dynamics of the volume of industrial products sold (goods, services in Odesa region for 2011-2020), %**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Izmail										
Kiliya	0.4	0.4	1	2.1	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.5
Reni	0.1	0.1	0.8	1.3	1.2	1	1	0.9	0.8	0.7

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

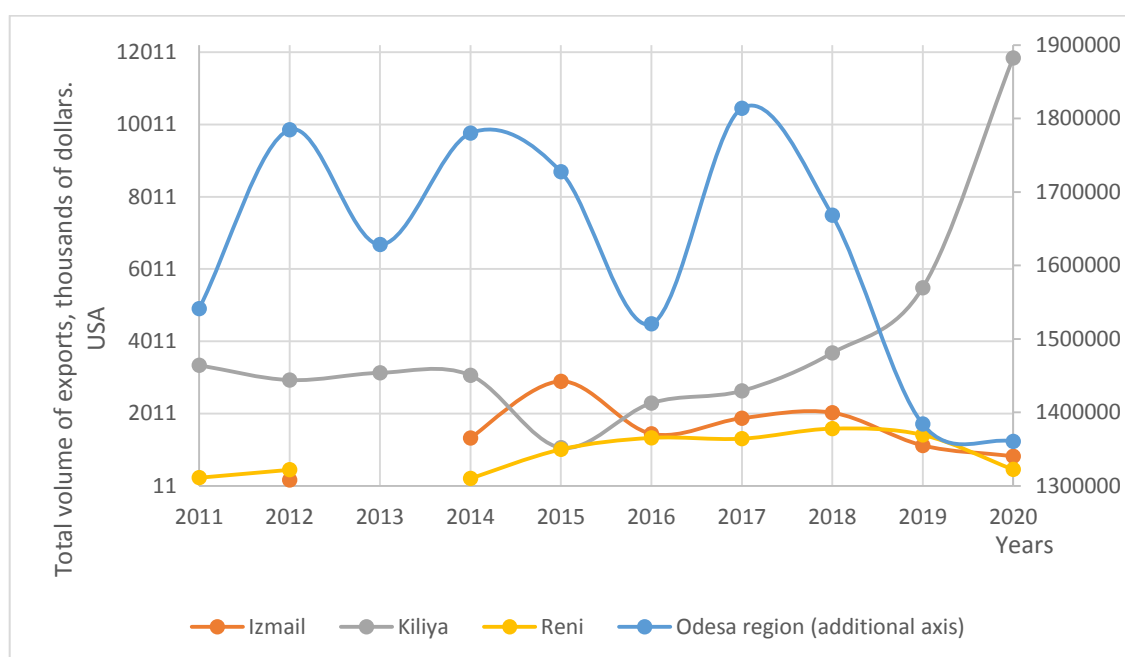
During the considered period, the total volume of exports of goods of the Odesa region consisted of significant fluctuations. Since 2011, exports have increased to 1,784,640 thousand US dollars in 2012, but then it began to decrease, reaching a minimum in 2020 with the volume of 1,360,392 thousand US dollars (table 4.55). which is caused by a significant increase in exports in 2020. Izmail district and Reni district also have a certain volume of exports, but they are much smaller compared to Kiliya district. The dynamics in the districts can be traced from the graph in fig. 4.36.

**Table 4.55 - Dynamics of the total volume of exports of goods in the Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars. USA**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	1541121	1784640	1628431	1780071	1727480	1520474	1813852	1668314	1384103	1360392
Izmail		171.6		1332.8	2900.9	1448.6	1879.9	2033	1124.9	826.7
Kiliya	3346.5	2937.7	3137.8	3068	1065.2	2299.5	2637.7	3687.6	5490.8	11852.4
Reni	237.3	456.1		214.8	1019.7	1337.4	1314.8	1592.4	1419.1	465

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

In general, the import of goods in Odesa region has a downward trend over the last ten years. In 2011, the volume of imports amounted to 4014173 thousand US dollars, and in 2020 - 2183765.40 thousand US dollars (table 4.56). Izmail district was noted for high volumes of imports in 2016 and 2017, however, a decrease in these volumes was observed later. During the period from 2011 to 2020, the Kiliya district of the Odesa region experienced a significant increase in the import of goods, from 269.8 thousand dollars in 2011 to 4.3 million dollars in 2020. A certain dynamic was also observed in the Reni district, but the total volume of imports remained relatively insignificant compared to other districts of the region, which can be seen in fig. 4.37.



**Figure 4.36 - Dynamics of the total volume of exports of goods in Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars USA**

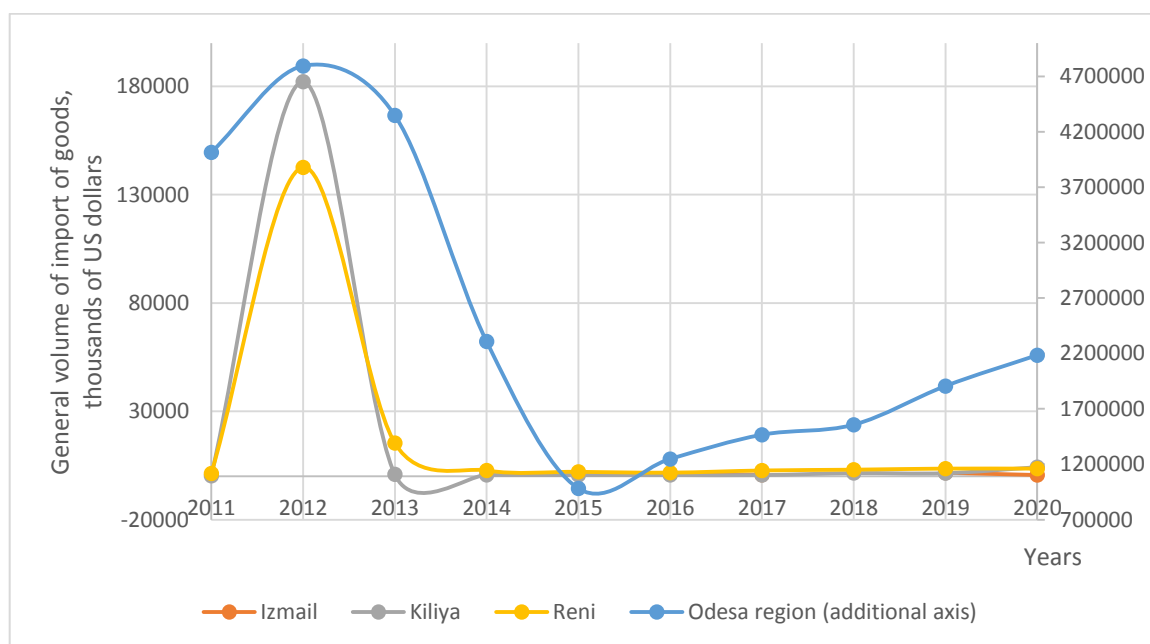


**Table 4.56 – Dynamics of the total volume of imports of goods in the Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars USA**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	4014173	4793335.90	4347747.80	2308024.70	981959.10	1247001.60	1465877.70	1556159.20	1905103.40	2183765.40
Izmail						1092.70	768.80		1732.50	640.40
Kiliya	269.8	182170.3	941.6	680.8	650.40	665.70	610.30	1556.30	1493.20	4266.90
Reni	1336.7	142606.9	15392.2	2717.5	2089.00	1711.10	2700.40	3070.30	3572.90	3556.10

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

The total volume of service exports of Odesa region decreased from 2011 to 2015, after which it increased again until 2019, and then slightly decreased in 2020. At the same time, information is provided only for 2013 regarding Kiliya District, while no data is provided for Izmail District at all.



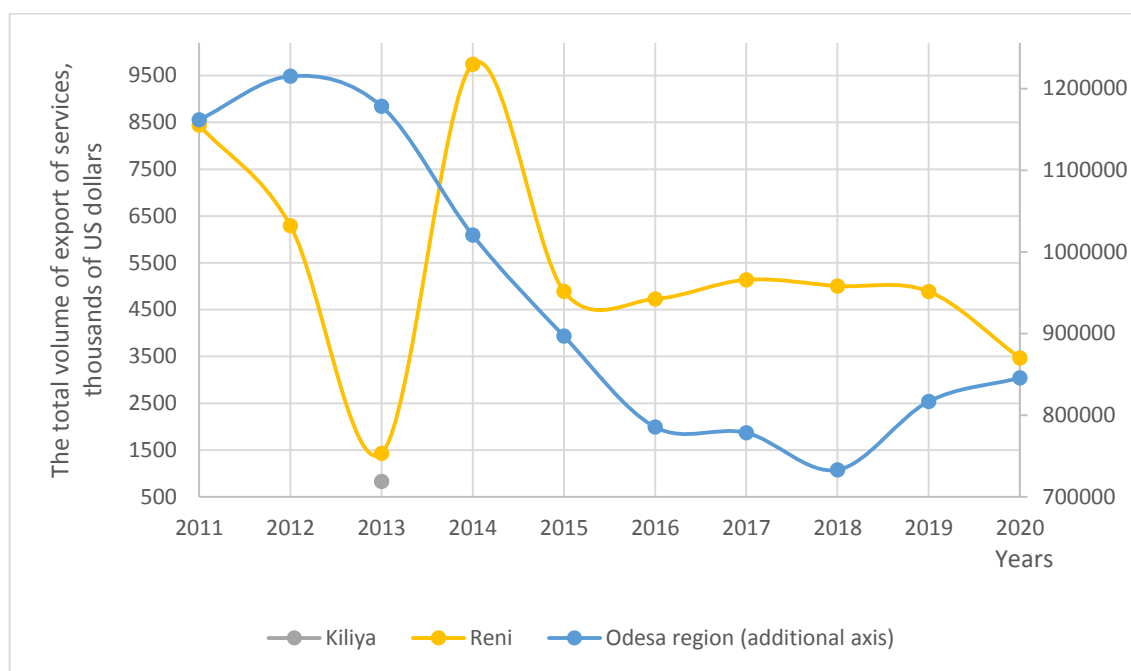
**Figure 4.37 - Dynamics of the total volume of imports of goods in the Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars. USA**

The highest level of export in the Reni district was recorded in 2011, after which it gradually decreased until 2013 (Fig. 4.38). The following three years saw some growth, but in 2017 it decreased again. However, stability was observed from 2017 to 2019, and the volume of service exports was about 5 thousand US dollars. In 2020, the volume of export of services decreased to 3.5 thousand US dollars (table 4.57). Such fluctuations may be due to various factors, such as economic trends, political situation, changes in market conditions, etc.

**Table 4.57 – Dynamics of the total volume of export of services in the Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars. USA**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	1161680	1215118	1178293	1020560	896909	785593	778506	733094	816795	845702
Izmail										
Kiliya			829.8							
Reni	8440.2	6292.4	1429.5	9741.2	4890.7	4727.3	5136.3	5003.4	4885.7	3466.5

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



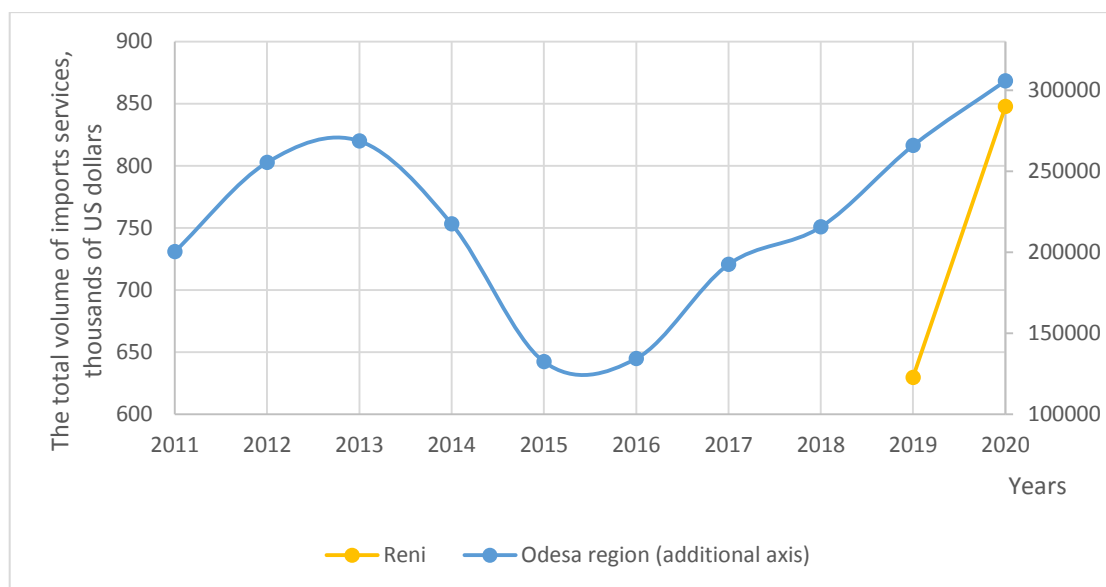
**Figure 4.38 – Dynamics of the total volume of export of services in Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars USA**

The total volume of import of services in Odesa region grew between 2011 and 2013, after which it decreased until 2015. However, in 2016, the volume of imports of services began to increase again, and by 2019, steady growth was recorded. Trends can be traced in fig. 4.39. In 2020, the volume of import of services increased by 14.9% compared to the previous year and amounted to 305,692 thousand US dollars (table 4.58). Izmailskyi and Kiliyskyi districts do not have provided data on the volume of import of services. The export of services was recorded for the first time in 2019, when the volume amounted to 629.6 thousand US dollars, and increased in 2020 to 847.7 thousand US dollars.

**Table 4.58 – Total volumes of import of services in Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars USA**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	200336	255392	268632	217467	132454	134368	192497	215635	265868	305692
Izmail										
Kiliya										
Reni									629.6	847.7

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



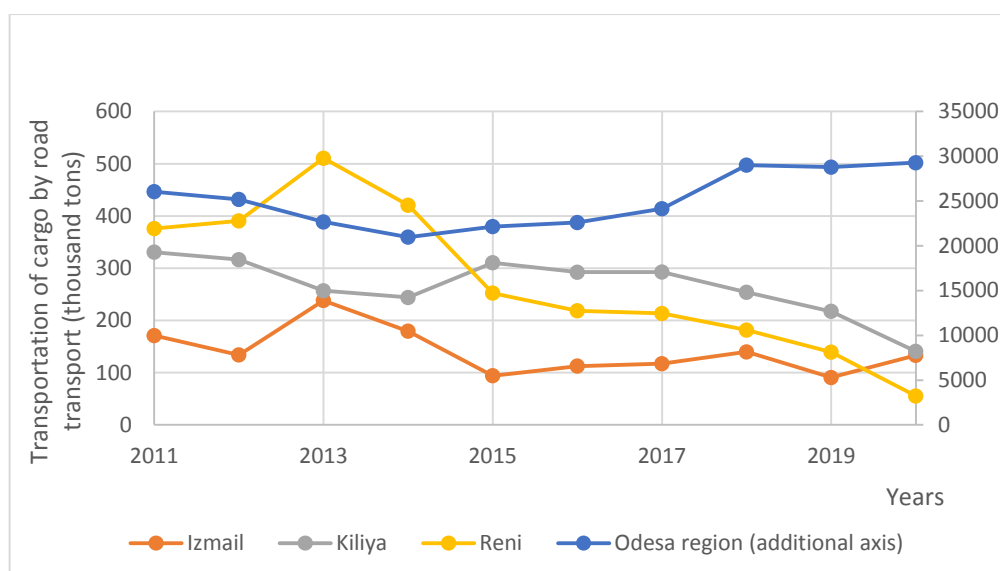
**Figure 4.39 - Total volumes of import of services in Odesa region for 2011-2020, thousands of dollars USA**

The total volume of cargo transportation in the Odesa region increased by 12.2% for the period from 2011 to 2020, which can be seen from the graph in Fig. 4.40. The largest volume of transportation was recorded in 2020 - 29,278 thousand tons, while the smallest - in 2013 - 22,664 thousand tons. Kiliya district had the highest amount of cargo transportation in 2015 - 310.5 thousand tons, while in Izmail and Reni districts this value was 94.2 and 252.4 thousand tons, respectively. The dynamics of transportation by year is indicated in table 4.59.

**Table 4.59 – Dynamics of cargo transportation by road transport in Odesa region for 2011-2020 (thousand tons)**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	26048.5	25184.4	22664	20975.4	22151.5	22598.8	24141.7	29012.2	28785.2	29278
Izmail	171	134.00	238.30	179.50	94.20	112.70	117.20	139.70	90.70	133.20
Kiliya	330.8	316.3	256.8	243.9	310.50	292.30	292.70	253.90	217.50	140.80
Reni	375.9	390.6	510.5	420.5	252.4	218.50	213.30	181.50	139.30	55.30

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.40 – Dynamics of cargo transportation by road transport in Odesa region for 2011-2020 (thousand tons)**

The largest increase in the volume of cargo transportation was recorded in the Kiliya district, where it increased by 57.2% over the 10-year period, compared to a decrease of 85.3% in the Reni district during the same period.

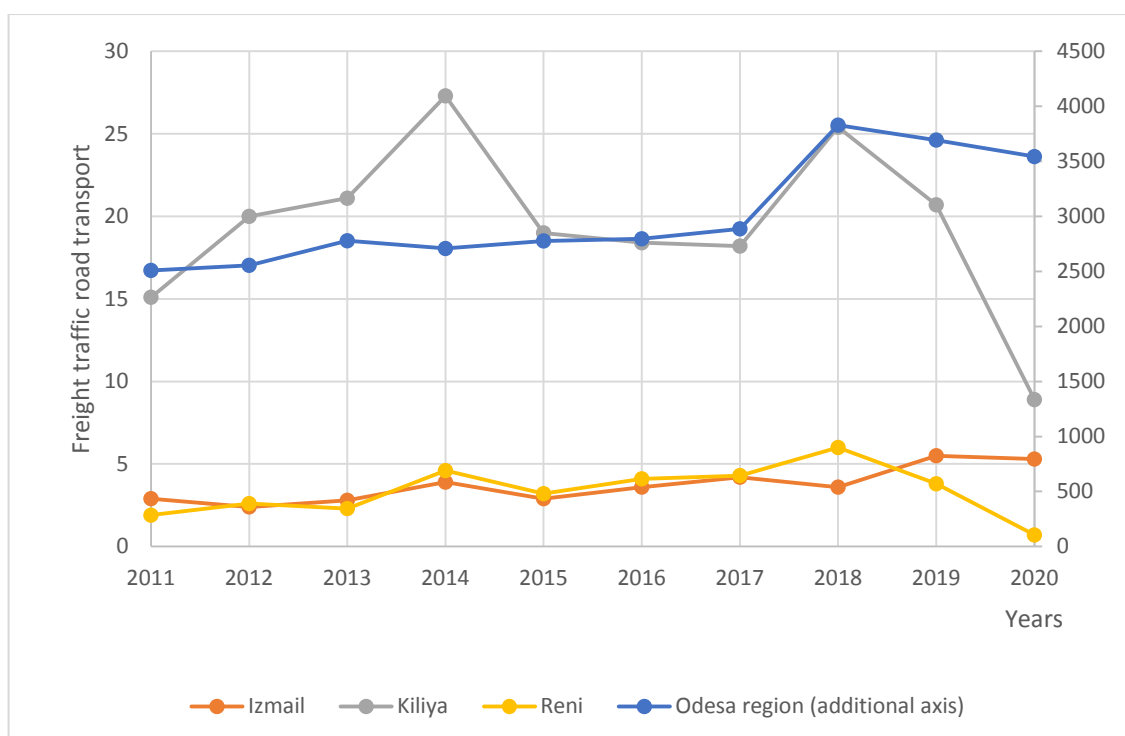
Over the past ten years, the freight turnover of road transport in the Odesa region has increased by about 40%, from 2509 million ton-kilometres in 2011 to 3543.1 million ton-kilometres in 2020, which is indicated in table 4.60. During this period, there were years with an increase (2011-2013, 2015-2019) and years with a decrease (2014, 2020) of freight turnover (Fig. 4.41). In Kiliya district, there were two years with a significant increase in freight traffic (2013 and 2018), but in 2020 it significantly decreased.

Over ten years, the number of transported passengers has decreased by almost four times. There were years with a significant decrease (2011-2015, 2019-2020) and years with an increase (2016-2018) in the number of transported passengers, but the overall trend was downward (table 4.61). In different regions of the region, there were different rates of decrease in passenger transportation. For example, in the Reni district, passenger traffic decreased less than in the Izmail and Kiliya districts, which can be seen from Fig. 4.42.

**Table 4.60 – Dynamics of freight traffic in Odesa region for 2011-2020, million t.km**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	2509	2555.21	2778.21	2707.91	2776.8	2796.21	2886.91	3828.8	3693.5	3543.1
Izmail	2.9	2.40	2.80	3.90	2.90	3.60	4.20	3.60	5.50	5.30
Kiliya	15.1	20	21.1	27.3	19.00	18.40	18.20	25.40	20.70	8.90
Reni	1.9	2.6	2.3	4.6	3.20	4.10	4.30	6.00	3.80	0.70

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



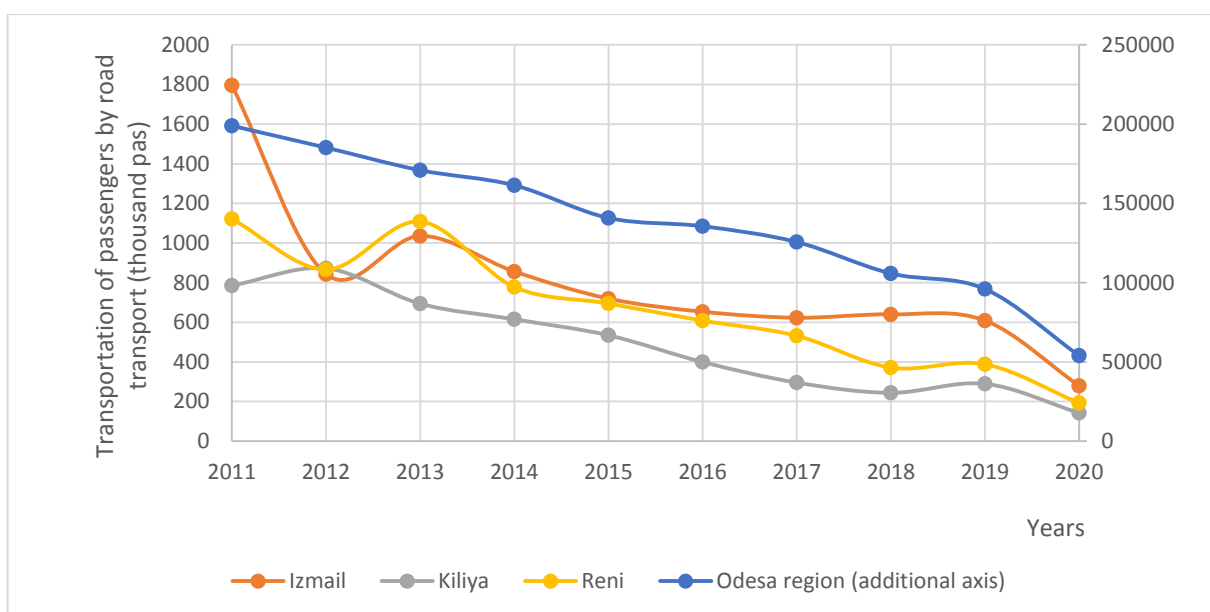
**Figure 4.41 – Dynamics of freight traffic in Odesa region for 2011-2020, million t.km**

The passenger traffic of public road transport in Odesa region and its districts decreased in the period from 2011 to 2015, after which it increased again (Fig. 4.41). In 2020, the total volume of passenger traffic decreased compared to the previous year. In the Izmail and Kiliya districts, passenger traffic decreased throughout the period. In the Reni district, passenger traffic increased until 2014, after which it decreased, but increased again in 2019, but decreased again in 2020. Passenger traffic data for the period from 2011 to 2020 can be found in Table 4.62.

**Table 4.61 – Dynamics of passenger transportation by public road transport in Odesa region for 2011-2020 (thousands of passengers)**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	199001	185231	170975	161473	140862	135647	125685	105847	96070.5	54031.8
Izmail	1796.4	843.00	1035.60	856.20	719.4	653.20	622.7	639.7	608.5	279.7
Kiliya	785.8	872.9	694.7	615.8	535.2	400.10	296.3	244.5	290.1	143
Reni	1122.1	866.6	1109.1	778.7	695.70	609.20	532.50	372.10	388.80	193.30

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)

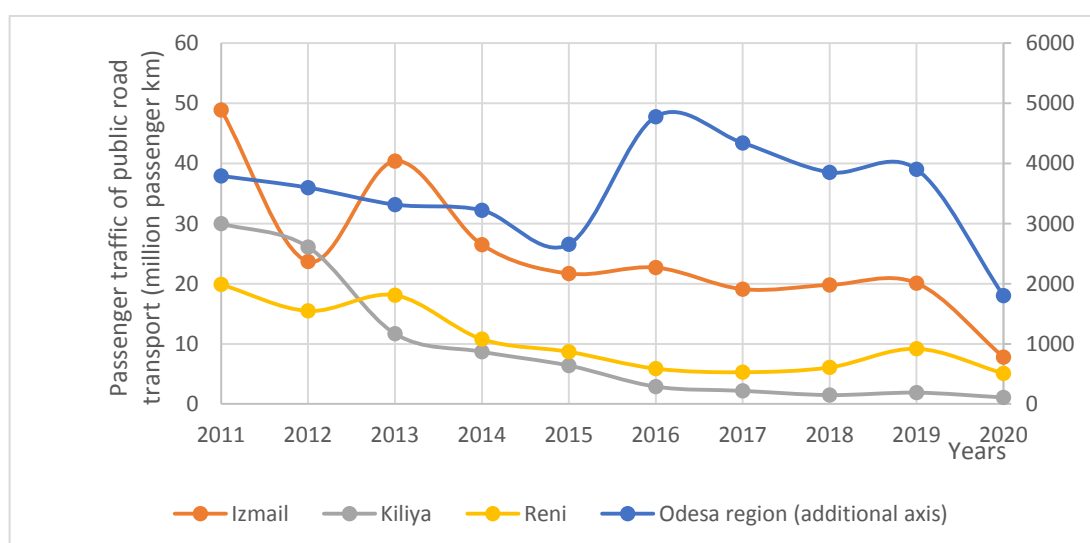


**Figure 4.42 – Dynamics of passenger transportation by road transport public use in the Odesa region for 2011-2020 (thousand pas.)**

**Table 4.62 – Dynamics of passenger traffic of public road transport (million passenger km) in Odesa region for 2011-2020**

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Odesa region	3793.2	3597.8	3315.9	3221.9	2656.6	4777.3	4341	3852.8	3903.1	1802.9
Izmail	48.9	23.70	40.40	26.50	21.70	22.70	19.10	19.80	20.10	7.80
Kiliya	30	26.1	11.7	8.7	6.40	2.90	2.20	1.50	1.90	1.10
Reni	19.9	15.5	18.1	10.8	8.70	5.90	5.30	6.10	9.20	5.10

\*Administration until 2020 (Version No. 3650 dated July 17, 2020)



**Figure 4.43 – Dynamics of passenger traffic of public road transport (million passenger km) in Odesa region for 2011-2020**

River ports are important for the region.

The Izmail sea trade port is an important sea annual transport hub of Ukraine, in which sea, river, railway and road highways are closely intertwined. The port was founded at the beginning of the 19th century. The port is located on the left bank of the Kyliy estuary between 84 and 94 km of the Danube River (city Izmail of Odesa region). The passage of ships to the port is carried out through the Sulinsky canal or through the deep-water shipping canal "Danube - Black Sea" on the Ukrainian section of the river Danube.

In 1995, the enterprise by order of the Izmail City Executive Committee dated 06.13.95 No. 213 was re-registered as the Izmail Sea Trade Port, with state ownership, subordinate to the Ministry of Transport of Ukraine.

In accordance with the Law of Ukraine "On Sea Ports of Ukraine" in 2013, SE "IZM STP" was reorganized by allocating part of the property to the newly created enterprise Izmail branch of the State Enterprise "Administration of Sea Ports of Ukraine".

A linear and functional organizational structure of management is characteristic of SE "IZM STP". In the structure of SE "IZM STP", the following are distinguished: production and transshipment complexes (PTC-1, PTC-2, PTC-3), the managing body is the port administration (management). It has its own port fleet, a depot, a repair and construction site, a mechanization production complex, etc.

Main types of activities:

- implementation of activities related to the services of sea and river ports: loading and unloading operations, schipchandler services, maintenance of the raiding fleet, works on handling vehicles, repair and maintenance of navigable waterways and other objects;
- implementation of warehouse operations with goods;
- maintenance of vessels at the request of shipowners;
- mooring and unmooring of sea and river vessels, placing them at anchorages and removing them from the anchorage;
- activities related to transport and forwarding services, declaration, packaging and other works related to transportation;
- provision of transportation services, including from international transportation of passengers, luggage and cargo by river, sea and road transport;
- implementation of construction, development, reconstruction, capital repair, modernization, technical re-equipment and supervision of technical operation of port facilities and hydraulic facilities (approach channels, internal water area, mooring line, etc.) and others.

The annual design capacity of the berths used by SE "IZM STP" as of 12/31/2021 is 8,500 thousand tons per year.

SE "IZM STP" uses 19 berths with a total length of the berth front of 2,182.73 m, which belong to IF SE "ASPU".

The total area of the company's warehouse sites as of 12/31/2021 is 226,279.54 m<sup>2</sup>: of them open - 201107.14 m<sup>2</sup>; indoor (8 units) – 25172.4 m<sup>2</sup>.

The seaport is served by one railway station with three railway entrances. Motor roads are adjacent to the port.

As of December 31, 2021, there are 19 units of watercraft in the auxiliary fleet, of which 14 are self-propelled, 5 are non-self-propelled.

Tugboats: in work: m/v Portovyi-1, m/v Portovyi-26, m/v Moskovskiyi-8, m/v Portovyi-5, m/v Portovyi-8; at layover: m/v "Portovyi-27".

Pilot boats: in work: t/h "Lotsman-1", at layover: t/h "Locman-2"

Passenger boats: at layover: t/h "Young Sailor", "Rio 500 midi"

Collector vessels: in work: m/v "Don".

Bunker ships: at layover: m/v "Vodolei-2", m/v "Buyalyk".

Non-self-propelled vessels (barges): in work: "SIP-1", "SIP-2".

Mooring pontoons: T-037, T-234

Floating cranes: Nos. 10, 22 (self-propelled), 204/16 (non-self-propelled).

The location of the enterprise on the river Danube greatly affects its activities, low or too high water levels, or freezing, make it impossible to carry out loading and unloading operations at full capacity. For example, the year 2011 and the beginning of 2012, when the activity of the SE "IZM STP" was completely paralyzed for a total period of 173 days, and the beginning of 2017, when the navigation due to the ice campaign was closed for 42 days from 10.01.2017 to 20.02.2017. That is why, in order to reduce their risks, cargo owners partly diversify the logistics flows of the delivery of their raw materials through other directions (railway, port of Constanta, etc.)

It should also be noted that the non-receipt of cargo for transshipment by the enterprise is fully affected by the irregular approach of trains to the Izmail station, which leads to the idleness of routes at intermediate stations, in connection with which the irreversibility of cars decreases.

SE "Izmail Sea Trade Port" specializes in cargo processing of dry bulk cargoes - coal, iron ore raw materials, which go to metallurgical plants in Serbia, Bulgaria, and Austria.

Given that SE "IZM STP" is Ukraine's export gate for the Danube countries, the financial and economic situation in these countries has a great influence on its work.

As a result of the COVID-19 pandemic and the introduction of quarantine and restrictive measures in the world, the demand for raw materials by the final consumers - European metallurgical plants, which are stagnating and reducing their production volumes - has decreased.



In the EU, the metallurgical sector is largely linked to the automotive industry, which accounts for 20% of steel consumption. The stoppage of automobile factories led to a reduction in steel production at European plants. In addition, domestic iron ore raw materials (IORM) compete with Brazilian raw materials, which go to final consumers through the Romanian port of Constanta.

World prices for IORM increased, gradually exceeding several local highs. The accident at Vale's tailings facility in Brazil, production cuts (as a result) and a number of other disasters have led to expectations of a global iron ore shortage. At the same time, prices for metal products are at a relatively low level. Thus, the reduction of the price spread between ore and metal products led to a decrease in the marginality of steel production. Metallurgical plants of Europe occupy the expected position. With such high prices for IORM, they are unable to compete with China.

Due to these reasons, since the II quarter of 2020, a decrease in the volume of cargo processing of iron ore raw materials has been observed.

In May 2018, the entire declared volume of transit (Russian) coal, amounting to 133.6 thousand tons (1803 wagons) per month, was removed from the import plan of the Russian Railways. No official explanation was given.

Coal was one of the main parts of the cargo flow of SE "IZM STP". Since 2015, after the ban on the export of coal, the volume of transit is from 18 to 22% of the total freight processing of SE "IZM STP". Thus, in 2015, coal handling amounted to 991.6 thousand tons, corresponding to 22% of the total cargo handling, in 2016 - 958.7 thousand tons (18%), in 2017 - 957 thousand tons (20%), in 2018 – 746 thousand tons (17%).

The loss of this important cargo flow had a negative impact on the cargo processing level of the enterprise, and there are still no prospects for its restoration.

SE "Reni Sea Trade Port" is located on the river Danube (city of Reni, Odesa region) at the junction of the Ukrainian, Romanian and Moldovan borders, at the intersection of international transport corridors. The territory of the sea port includes a part of the fenced coastal strip (along the left bank of the river Danube) from 123.6 km to 128.3 km river Danube. Communication with the Black Sea is carried out through a deep-water navigation fairway along the "Bystre" mouth and the Sulynskyi Canal.

The main areas of activity of SE "Reni Sea Trade Port", which operates on the basis of the charter, are the organization of loading and unloading operations, storage of bulk, general, bulk cargoes and processing of vehicles. Location: left bank of the Danube River, Reni, Odesa region

Main types of activities under CTEA-2010:

49.41 Freight road transport;

52.10 Warehousing;

52.22 Auxiliary service of marine transport;

52.24 Transport processing of goods;

52.59 Other auxiliary activities in the field of transport;

68.20 Leasing and exploitation of own or leased property.

In fact, after the reform of the ports, during the period from 2013 to 2021, the services of cargo road transport and transport handling of cargo were not provided.

SE "RSTP" has 3 cargo areas in its composition, which can carry out loading and unloading operations for transshipment of general cargo, bulk cargo, bulk cargo and containers, non-standard equipment.

The port has 39 berths with a total length of 3920 m. The depths near the port moorings are from 2 to 7.5 m and can accommodate all vessels whose draft allows the Sulinskyi Canal to pass. Number of stevedoring companies: 12

The railway infrastructure on the territory of the Reni Sea Port consists of the Reni-Port-Export port station, which in January 2022 handled 2,066 freight cars. The station itself consists of a network of access railway tracks with a total length of 21.4 km, which are adjacent to and serviced by the public railway tracks of the Reni and Reni-Nalyvna stations of the Odesa Railway regional branch of JSC Ukrzaliznytsia.

Shunting work with port cargo is carried out by shunting diesel locomotives of the ЧМЕ3 series of the Reni and Odesa-Sortuvalna locomotive depots, the Odesa-Sortuvalna locomotive depot, and the Odesa Railway. Train work is performed by mainline freight diesel locomotives 2TE116V and 2TE10M, which are assigned to the Odesa-Sortuvalna locomotive depot and are based in the Artsyz rolling stock locomotive depot. In addition, 2TE10JI mainline freight locomotives of the Moldovan Railway are involved in cargo transportation.

Currently, there is no direct connection between the Reni station and the railways of Ukraine. All rail transportation is carried out in transit through Moldova on the sections of State Enterprise "Railways of Moldova" Novasavitsia - Etulia, through the border crossings Kuchurgan (Ukraine) - Novosavitsia (Moldova), and Etulia (Moldova) - Frikacei (Ukraine). Via the Giurgiulesti (Moldova) - Reni (Ukraine) border crossing, there is a connection with the railways of Moldova and Romania.

It is precisely because of the lack of a direct connection of the Rhenia transport hub with the railway network of Ukraine that the position of SE "Reni Sea Trade Port" on the market of transport services is complicated. The need for cargo transit through Moldova leads to an increase in transport costs for cargo owners, which significantly affects the competitiveness of our company's services in comparison with SE "Izmail Sea Trade Port" and the main regional competitors of our company, which are the ports of Constanta and Galati (Romania), the port of Giurgiulesti (Moldova).

The production and financial activities of the port also depend on weather conditions and natural phenomena on the Danube, which lead to restrictions on the navigation of the Danube River by the ships of the Bratislava Agreement. First of all, these are extremely low summer or high spring water levels. Sometimes in the winter months navigation may be closed due to ice conditions.

The maximum production capacity of the port, taking into account oil cargoes, is 12.3 million tons, the maximum reached in 1989 was 10.5 million tons.

The State Enterprise "Sea Trade Port Ust - Dunaisk" was established by Order of the Minister of the Navy of the USSR No. 129 of June 20, 1980 on the basis of the Base for the reception and maintenance of light locomotives. The port is located on the southern shore of Zhebriyanska Bay in the Danube River Delta ( Vylkove, Odesa Region) on an artificially created territory. The port includes Kiliya port and Vylkove port. The mooring line of the seaport is 0.15 km (1 berth), with depths up to 6 m. The port has no railway connection. The port point of Vylkove is connected by road.

The port is a state unitary enterprise and operates as a state commercial enterprise based on state property, subordinate to the Department of Reform and Operation of Sea and River Transport, and is under the management of the Ministry of Infrastructure of Ukraine, in accordance with the Charter, which was approved by the order of the Ministry of Transport and Communications of Ukraine from 04/16/2007 and registered by the Kiliya District State Administration on 05/21/2007 under No. 15361050002000328.

The port was created for the purpose of providing cargo transshipment services from one mode of transport to another, serving ships, passengers and cargo in the territories and water areas assigned to the Port, transporting cargo and passengers on ships belonging to the Port, as well as ensuring the safety of navigation in the Port, carrying out state supervision of maritime safety and profit making.

According to p. 2.2 of the Charter, the main activities of the Port are:

- loading and unloading of vessels;
- transshipment of cargo from one transport to another;
- transport, forwarding and warehouse operations;
- storage of goods and implementation of warehouse operations with goods and goods;
- sea and river towing of watercraft;
- chartering of the sea merchant fleet;
- bunkering of watercraft with fuel and lubricants and fresh water, collection and delivery of linen and fecal water, garbage collection;
- provision of services by the Port's watercraft;

- ensuring safe parking of ships;
- other types of activities that are not prohibited by the legislation of Ukraine.

The following are the largest contractors that carry out loading and unloading operations in the territory of the Kiliya port point of the sea port: LLC "Davos".

The sea approach channel to the Ust-Dunaisk port is 7 km long. and leads to three anchorages for large-tonnage ships, but the depth necessary for ships is lost there. Another connecting canal 1.5 km long. runs from the bucket of the port to the arm of the Abyss.

The sea approach channel is 80-100 m wide and 8 m deep. The design depth of the harbour is 13 m. Currently, it is much less.

The specialization of the port is transshipment of cargo from sea vessels to river vessels for further transportation along the Danube and vice versa. The port carries out transshipment and transport and forwarding services of transit, foreign trade and cabotage cargo, warehouse operations.

It can provide reception, safe parking and processing of lanterns, their accumulation for further transportation.

The basis of the port's cargo turnover (more than 2/3) is bulk and bulk cargo: ore, ore concentrates, grain. In addition, metals, equipment, textile raw materials, paper and pulp are processed. Cargo is delivered by ships, non-self-propelled barges and lighters. The port is able to process up to 4 million tons of cargo per year.

The cargo berth in Vylkove specializes in transshipment of bulk and general cargo. The length of the pier is 117 m, the depth near the pier is 1.6 m.

Vylkove Ust-Dunaisk sea station of the branch of SE "AMPU" - lamp maintenance base. Length of berths: 65 m. A mooring with coastal infrastructure. Depths near the pier: 3.5-4.0 m. Activities: passenger transportation.

The Port of Kiliya is part of the Ust-Dunaisk Sea Trade Port. The port of Kiliya is located on the 47th km of the Danube River. The water area of the port point includes the water space of the Kiliysky mouth of the river. The Danube is from 42 km to 54 km, counting from the left bank to the conditional line of the state border, which runs along the fairway of the river. The port facility can process all types of dry cargo. Cargo transshipment is carried out through the cargo pier, the length of which is 150 m. The pier is equipped with 4 portal cranes. Depths near the pier: 1 m from the border - 2.8 m.; 3 m. - 3.4 m; 5 m - 4.4 m. Areas of covered warehouses: 0.96 yew sq.m. Areas of open warehouses: 2.5 yew sq.m. Specialization: oil and oil products, gas, technical oils, food oils, Ro-Ro, grain, refrigerated cargo, general, non-food bulk cargo.

The grain processing complex of "KRANSHIP" LLC is located in the Kiliya port point. Designed for transshipment of grain exported to the countries of the Middle East and the

Mediterranean. The depths near the berth allow vessels with a deadweight of 5175 tons to be accepted. The throughput capacity of the complex is 100-120 thousand tons per month. The intensity of transshipment is 2,500 tons of grain per day. The storage tanks of the complex are designed for 2,000 tons of grain. Features of storage: short-term storage up to 15 days.

The initial cost of fixed assets of Porto as of April 1, 2019 is UAH 96,091.0 thousand.

To the port fleet of SE "MSP Ust-Dunaisk" on 31. 05. 2019 includes 12 units of floating means.

The production activity of the port is ensured by 4 floating cranes (СПК -3, СПК -2, ПЛК-5, ПК-209) with a carrying capacity of 16 tons. each, a floating grab loader (ПГП-2) with a carrying capacity of 25-50 tons (grab mode - 25 tons, hook mode - 50 tons). СПК-3, ПЛК-5 are on lease, СПК-2 is waiting for work, ПК-209 needs major repairs.

To service the non-self-propelled fleet and to ensure mooring works, the company has at its disposal the tugboat "A. Stets" with a capacity of 300 hp, b/c "Portovyi - 7" with a capacity of 800 hp, two tugs - edgers "Vityaz" and "Pluton", with a capacity of 2500 hp. each, sea tug "Hercules" with a capacity of 1,600 hp. Tug "Horizon - 2" with a capacity of 225 hp. Tugboat "Pluto" is on lease. Sea tugs "Hercules", "Vityaz" are waiting for work and tugs "Portovyi-7", "Horizont-2" are not involved in the operation of the port and need major repairs.

With the approval of the Ministry of Infrastructure of Ukraine, the contracts for the bareboat - charter of vessels (1 tugboat and 3 floating cranes) of the State Enterprise "MSP Ust-Dunaisk" have been extended.

Thus, SE "MSP Ust - Dunaisk" cooperates with enterprises that carry out economic activities on the territory of the sea port on the basis of concluded contracts and receives income.

Revenues from the rental of watercraft make up about 53.0% of the total gross income of the port.

According to the results of 12 months of 2021, operators in seaports of Ukraine processed 153 million 76 thousand tons of cargo. This is 6 million tons, or 3.8% less than in the same period of the previous year.

Port operators transhipped export cargo - 118.1 million tons (-4% compared to the same period of 2020), import - 24 million tons (1.5%), transit - 8.6 million tons (-14.3%), cabotage cargo - 2.3 million tons (-2.4%).

Grain cargoes and ores were processed the most in the ports - 49.9 million tons (+3.9%) and 37.75 million tons (-14.8%), respectively. Transshipment of oil products increased by 82% and amounted to 1.93 million tons.

The volume of transshipment of construction materials in 2021 increased by 69.2% and reached 3.88 million tons.

At the same time, the processing of containers decreased to 1 million 21 thousand. TEU (– 2.6%).

According to the results of 2021, the indicators of the ports exceeded the volume of transshipment in 2020: Izmail - 3.9 million tons (20.4%), Reni - 1.37 million tons (74.3%), Ust-Dunaisk - 64.3 thousand tons (2.6 times).

Three operating Ukrainian ports on the Danube handled almost 1.3 million tons of cargo in May.

Ukraine has a total of 18 ports, 5 of them were temporarily occupied in 2014, 4 more after the start of the full-scale invasion of Russia. Also, 6 Ukrainian ports are blocked from the sea. That is, there are currently only 3 ports operating in the Danube direction - Reni, Izmail and Ust-Dunaisk. In March, together they handled 400,000 tons of cargo, mostly agricultural products, and already in May - about 1.3 million tons. In June, we plan to increase their cargo turnover to 1.5 million tons," he said.

Currently, Reni, Izmail, and Ust-Dunaisk are actually operating at the limit, and the cargo turnover of the ports can be increased only through medium-term and long-term solutions, in particular, the construction of new transshipment complexes.

The dynamics of activity indicators of the Izmail, Reni, and Ust-Danube ports are shown in tables 4.63 - 4.66.

**Table 4.63 – Cargo transshipment in 2010-2019, thousand tons**

Producer	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Izmail seaport	6.6	5.0	2.9	2.8	3.1	4.8	5.7	5.1	4.7	4.3
Seaport "Ust-Dunaisk"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Reni seaport	1.6	1.6	1.1	2.8	1.5	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3
TOTAL (Ukraine)	107.6	113.7	151.0	148.6	144.9	144.6	131.7	132.6	135.2	160.0

**Table 4.64 – Transshipment of cargo by cargo in 2010-2019, thousand tons**

Port	Cargo group	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Izmail seaport	Bulk				43	74	106	121	131	178	200
	Bulk dry cargo	6,256	4465	2681	2419	2756	4420	5201	4669	4239	3747
	Container-artificial cargoes	377	486	256	301	263	299	361	298	266	337
	Total cargoes	6,633	4951	2937	2763	3093	4825	5683	5098	4683	4283
	Total cargoes	18221	22639	40311	43441	47432	48582	39298	41898	42702	53863
Seaport "Ust-Dunaisk"	Bulk			14	12	13	6	12	17	22	9
	Bulk dry cargo	28	24	21	26	45	16	14	33	29	51
	Container-artificial cargoes		4		1	3			4		11
	Total cargoes	28	28	35	39	62	23	25	54	51	71
Reni seaport	Bulk	597	515	195	1600	325	149	94	43	43	30
	Bulk dry cargo	844	902	756	1013	1126	756	869	1060	1275	1239
	Container-artificial cargoes	146	183	110	176	14	2	9	22	14	6
	Total cargoes	1587	1600	1061	2789	1465	907	972	1125	1333	1275

Total in seaports	Bulk	21561	21425	20508	19282	14349	11871	10789	11016	10223	11138
	Bulk dry cargo	54799	61917	96201	94410	98291	105408	93413	95746	94271	116775
	Container-artificial cargoes	31283	30375	34276	34913	32226	27367	27544	25816	30677	32087
	Total cargoes	107642	113716	150985	148606	144866	144646	131746	132578	135171	160001

**Table 4.65 – Transshipment of cargo by direction in 2010-2019, thousand tons**

Port	Cargo group	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Izmail seaport	Internal connection	63	81	35	13	17	42	65	163	16	10
	Export	5,266	3832	1957	2021	1979	3168	4122	3235	3518	3424
	Imports	60	4	10	56	81	383	182	224	134	228
	Transit	1,245	1034	935	673	1016	1232	1314	1476	1015	620
	TOTAL	6,633	4951	2937	2763	3093	4825	5683	5098	4683	4283
Seaport "Ust-Dunaisk"	Internal connection			13	21	14	6	12	18	22	9
	Export	28	24	21	16	48	16	14	32	29	51
	Imports			2	2				4		11
	Transit		3								
	TOTAL	28	28	35	39	62	23	25	54	51	71
Reni seaport	Internal connection				0				1		
	Export	310	312	299	1482	216	46	34	20	27	13
	Imports	0	3	6	8	21	10		11	38	
	Transit	1277	1285	756	1299	1228	851	938	1092	1267	1262
	TOTAL	1587	1600	1061	2789	1465	907	972	1125	1333	1275
Total in seaports	Internal connection	2297	2747	2346	2843	3473	6841	5238	1838	2131	2138
	Export	61718	60081	97233	100440	104687	103943	100202	98517	99035	120989
	Imports	10516	11013	16084	18104	15986	17959	15976	20418	23784	25850
	Transit	33111	39876	35322	27219	20719	15904	10329	11805	10221	11025
	TOTAL	107642	113716	150985	148606	144866	144646	131746	132578	135171	160001

**Table 4.66 – Transshipment of cargo by ports, cargoes and destinations in 2010-2019, thousands of tons**

Port	Group of loads	Direction	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Izmail seaport	Total cargoes	Internal connection	63	81	35	13	17	42	65	163	16	10
		Export	5266	3832	1957	2021	1979	3168	4122	3235	3518	3424
		Imports	60	4	10	56	81	383	182	224	134	228
		Transit	1245	1034	935	673	1016	1232	1314	1476	1015	620
		TOTAL	6633	4951	2937	2763	3093	4825	5683	5098	4683	4283
	Bulk	Internal connection					8	1	2	2	10	5
		Export				25	42	53	83	95	75	92
		Imports				2	18	52	37	24	14	17
		Transit				15	5			11	79	86
		TOTAL				43	74	106	121	131	178	200
	Bulk dry cargo	Internal connection	63	80	35	7	9	40	63	162	6	6
		Export	4987	3414	1743	1805	1769	2850	3694	2885	3244	3137
		Imports	56	1	1	1	21	329	143	173	85	113

		Transit	1151	970	902	605	957	1200	1300	1449	904	491
		TOTAL	6256	4465	2681	2419	2756	4420	5201	4669	4239	3747
	Container-artificial cargoes	Internal connection	1	1		5	0	0	0	0		
		Export	279	418	214	190	167	264	346	255	199	195
		Imports	4	3	9	53	41	2	1	26	35	98
		Transit	93	64	33	53	54	32	14	17	32	43
		TOTAL	377	486	256	301	263	299	361	298	266	337
Seaport "Ust-Dunaisk"	Total cargoes	Internal connection			13	21	14	6	12	18	22	9
		Export	28	24	21	16	48	16	14	32	29	51
		Imports			2	2				4		11
		Transit		3								
		TOTAL	28	28	35	39	62	23	25	54	51	71
	Bulk	Internal connection			13	12	13	6	12	17	22	9
		Export										
		Imports			2							
		Transit										
		TOTAL			14	12	13	6	12	17	22	9
	Bulk dry cargo	Internal connection				9				1		
		Export	28	24	21	15	45	16	14	32	29	51
		Imports				2						
		Transit										
		TOTAL	28	24	21	26	45	16	14	33	29	51
	Container-artificial cargoes	Internal connection					1					
Export			1		1	2						
Imports									4		11	
Transit			3									
TOTAL			4		1	3			4		11	
Reni seaport	Total cargoes	Internal connection				0				1		
		Export	310	312	299	1482	216	46	34	20	27	13
		Imports	0	3	6	8	21	10		11	38	
		Transit	1277	1285	756	1299	1228	851	938	1092	1267	1262
		TOTAL	1587	1600	1061	2789	1465	907	972	1125	1333	1275
	Bulk	Internal connection										
		Export	62	25	15	1420	146	30	9		13	
		Imports			2	6	21	5		1	6	
		Transit	535	490	179	174	158	114	85	41	24	30
		TOTAL	597	515	195	1600	325	149	94	43	43	30
	Bulk dry cargo	Internal connection								1		
		Export	234	273	284	61	70	16	25	20	11	13
		Imports						5		10	32	
		Transit	611	629	472	952	1056	735	844	1029	1232	1226
		TOTAL	844	902	756	1013	1126	756	869	1060	1275	1239
	Container-artificial cargoes	Internal connection				0						
		Export	15	14	1	1		0			3	0
		Imports	0	3	4	2	0					
		Transit	131	166	105	173	14	2	9	22	11	6
		TOTAL	146	183	110	176	14	2	9	22	14	6

Over the past two decades, access to the Black Sea through the Ukrainian part of the river Danube gradually lost its importance. At international events of various levels related to the



problems of the Danube transport route, the Danube river - Black sea through route is considered and analysed only through the Romanian canals - Sulinskyi and Chernovoda-Constanta. In the past years, more than 1 million tons of goods were transported annually to Mediterranean ports and back through the Ukrainian ports of Ust-Dunaisk, Izmail and Reni in the transit Danube-sea connection. Currently, the Romanian port of Constanta annually transships on the river The Danube carries more than 10 million tons of cargo and is an almost inexhaustible source of cargo flows down and up the river Danube.

Against this background, the issue of bringing the legal regime of international navigation on the Danube into line with the current requirements is urgent. The principles of freedom of international commercial navigation on the Danube and the principle of non-discrimination of vessels based on their nationality should be confirmed and properly ensured.

Undoubtedly, today the issue of the development of the transit potential of Ukraine and the participation in this process of UDP are even more relevant due to the effect of the Association Agreement between Ukraine and the EU, which contains a number of provisions regarding the work of maritime and river industry enterprises. For example, Section 7 of Part 6 of the Agreement defines the principles of liberalization of the transport services sector. Thus, in the field of international maritime transportation, a regime of the greatest assistance is established for vessels flying the flags of Ukraine or EU member states or under the management of a service provider registered in these states. This applies, in particular, to such areas as access to ports, use of infrastructure and port services, sea cargo handling services, warehousing services.

According to various studies, Ukraine uses only 0.2% of river transportation opportunities. In general, the government plans to increase the throughput capacity of the Izmail, Reni and Ust-Dunaisk ports in the Danube water area. This is due to the fact that in the previous period from February to July 2022, the monthly cargo turnover of these ports increased from 30 tons to almost 2 million tons.

In recent years, the share of Danube ports in joint transshipment in Ukraine was at the level of 2.5-4.2%. The Ministry of Infrastructure plans to increase the throughput capacity of Ukrainian Danube ports by 70% - up to 25 million tons per year.

Before the start of the full-scale invasion of Izmail and Reni ports, ships entered only through the Sulynskyi canal. Vessels pay a fee to the Romanian side and enter the Ukrainian part of the Danube from above. And from below, through our channel, ships cannot pass, because the channel does not allow this - it was not maintained in proper condition, which caused shallowing up to 4 m instead of the minimum required 6, and the desired 8 m.

As a result of the war, Ukrainian seaports were blocked. European analysts fully accept Putin's attempt at a critical moment to violate the "grain agreement" and repeat the blockade of Ukrainian seaports.

The shipping capacity of the damaged Ukrainian port-sea system is reduced, so there must be a compensatory option (Danube arm). Therefore, in order to prevent a food crisis, which leads to an increase in the prices of basic food products, it is necessary to ensure the navigation of the Bystre mouth, since the Romanian Sulynskyi canal cannot cope with the flow of goods. At critical moments, more than 120 ships with Ukrainian agricultural products were waiting to pass through the Romanian channel to enter Ukrainian ports, of course, having paid for the passage.

The prospects of Ukraine in the context of the restoration of the network of canals "Danube - Black Sea" are as follows:

1) Meeting the needs of national security. The possibility of exporting our agricultural products is a matter of economic and national security. And the development of auxiliary river logistics is one of the steps to reduce threats.

2) Income to the budget. Now the entire flow of Danube fees goes to Romania. Even those ships that are supposed to load in the Ukrainian ports of Izmail and Reni can do so only through the Romanian channels. Potentially, Ukraine is able to increase its share from 5% to 60% of cargo flow through competitive advantages.

3) Promising projects. With the beginning of a full-scale invasion, Europe began to actively cooperate with the countries of Central Asia and look for logistical ways to bypass Russia. Now the most popular of them is "Caspian - Caucasus - Turkey - Europe", but "Caspian - Black Sea - Danube" can be a cheaper alternative for supplying goods to Europe and exporting from it.

4) Development of river shipping and related infrastructure, increase of logistics and transport capacities.

Main tasks:

1. Deepen DWNF Danube -Black Sea Bystre canal to a full 8+ m to accommodate "sea-river" vessels, as in the Romanian canals. Deepen the Bystre canal not to 7.2 m, but to a full 8 m, in order to receive ships of the "sea-river" class, as in the Romanian canals. Dredging up to 7.2 m will ensure that the ports of Izmail and Reni will receive not only small-tonnage vessels, but at least "steamers" up to 6-7 thousand tons. In case of deepening to a full 8 m, it will be possible to receive large-tonnage vessels (up to 10 thousand tons).

2. Be open. While there is an opportunity to build and demonstrate openness as much as possible, it is necessary to conduct a dialogue with European partners in order to avoid misunderstandings and demonstrate to Europeans the economic benefits of Ukrainian Danube logistics and the reduction of costs for the delivery of goods.

#### 4.12 Relationships between factors, including population health

In general, the analysis of hydrobiological studies of the Ukrainian part of the Danube Delta showed that there were no significant changes in the structure of hydrobiont communities and general trends in the level of pollution of the Danube water in the period that has passed since the start of operation of the DWNF Danube river - Black sea. The exception was the sampling points in the area of the dredgers from the deepening of the Bystre arm, where a significant impoverishment of the invertebrate fauna and a violation of the structure of the benthic communities was noted.

Analysis of the dredging regime of the "Danube - Black Sea" DWNF facilities in recent years showed that, despite the reduction in the volume of work, the areas of damage to benthic communities remain quite high, but dredging does not have a negative effect on the bottom biocenoses of adjacent areas and their plankton complexes. The negative effect is expressed in the removal together with the soil and backfilling during soil storage of benthic organisms, however, the species composition and partially the biomass of the zoobenthos after the end is restored for some time.

Research results *phytoplankton* of the Ukrainian part of the Danube Delta showed a noticeable diversity of the species composition of phytoplankton communities within the Danube estuary, with greater homogeneity in the arms and significantly higher indicators - both of the total number of species and quantitative development - in the corners, as well as sensitivity to local changes in hydrological and hydrochemical modes. It was established that the composition of the phytoplankton of the arms largely depends on the arrival of algae from the corners in which more favorable conditions for the development of planktonic algoflora are formed, due mainly to hydrological features and the nature of the development of higher aquatic vegetation.

The floristic spectrum of phytoplankton was characterized as diatom-chlorococcal in spring and autumn, chlorococcal-diatom in summer, and diatom in winter. In the vast majority of studied creatures, the highest quantitative and qualitative development was achieved by rheophilic diatom algae, characteristic of river phytoplankton. Representatives of other departments met in smaller numbers - more actively in the corners (in particular, green, blue-green, euglen and golden). The general trend of increasing the number of species of planktonic algae in recent years, the difference in the nature of its seasonal dynamics in corners and arms, as well as between separate corners, was noted. At the same time, there was suppression of the vegetation of planktonic algae in the upper sections of the arms during the entire period of research due to high turbidity and current speed.

The composition of the background species of the flow sections during the period of research remained almost unchanged, species of genera were found in almost all branches *Stephanodiscus* and *Cyclotella*, *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, sp., also in almost all points

- *Nitzschia tryblionella* Hantzsch, *Diatom vulgare* Bory, *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) To install Rabenh.

The composition of phytoplankton of the investigated creatures, in addition to typically planktonic ones, was constantly included as periphyton (part of species from the genera *Gomphonema*, *Cocconeis*), and benthic forms (representatives of genera *Surirella*, *Amphora* etc.). Most of the detected species of algae belonged to freshwater and brackish water, and the number of brackish water representatives increased mainly in the hands. Bystre, 0 km and 1 km: *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm., *Navicula halophila* (Grun.) Cl., *Navicula humerosa* Breb., *Navicula salinarum* Grun., *Nitzschia holsatica* Hust., *Surirella ovata* var. *saline* (W. Sm.) Hust., *Peridinium bipes* Stein, typical marine species *Synedra gaillonii* (Bory) Ehr., *Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis* Grun. and some others.

A certain number of phytoplankton species typical for both Ukraine and Western European countries was also noted: *Cymbella austriaca* Grun., *Oscillatoria ukrainica* Vladimir., *Dinobryon bavaricum* Imhof., *Navicula hungariana* Grun. *Nitzschia hungarica* Grun., *Nitzschia holsatica* Hust., *Raphidocelis danubiana* (Hind.) Marv. et al., *Scenedesmus intermedius* var. *balatonic* Hortob.

In general, the quantitative and qualitative composition of the planktonic algae flora of the considered creatures of the Ukrainian part of the river During all the conducted studies, the Danube corresponded to the sampling seasons and the type of reservoirs. Despite the significant variability of the phytoplankton indicators of specific bodies, there was a sufficient closeness of the average long-term values of the structural and functional characteristics of planktonic algae, which indicates a certain stability of the Danube delta ecosystem. In recent years, there has been some increase in the species diversity of phytoplankton, as well as a gradual increase in the quantitative development of blue-green algae, which can be explained by the strengthening of eutrophication processes.

During the entire observation period of 2004-2021. **zooplankton** of the research district of the Ukrainian section of The Danube was characterized by relative poverty of qualitative and quantitative development, the highest indicators were noted in the spring period: for example, in April 2010, the number of species of organisms of this group fluctuated at the level of 10-15 species, in 2017, 15 species were identified, in July 2021 – 5 large taxa.

Comparison of the characteristics of the zooplankton community in different years of research, performed by UKRNDIEP, showed that, in general, the zooplankton of The Danube had a similar species composition, ratio of main groups, low level of quantitative development and trophicity category. The dominant complex of species was formed by representatives of the brachyoniid family (from rotifers, in particular *Keratella quadrata*), also juvenile stages of crustaceans and, from sexually mature - *Cyclops vicinus*. In general, rotifers largely predominated

by the number of taxa in the species. Almost all species belonged to the most widespread inhabitants of fresh and brackish waters. The results of the analysis confirm the conclusions regarding the similarity of the species composition of this group of organisms in recent years and the absence of significant influence on them by both natural and anthropogenic factors.

A comparison of zooplankton development indicators in the freshwater area of the Danube Delta over the past 2 decades shows a slight tendency to decrease its biomass. At the same time, the average number and biomass of benthic invertebrates had similar values, and the structure of the group differed significantly (in 2005, the biomass was dominated by Cirripedia nauplii, in recent years - *Noctiluca scintillans*).

In the course of research *benthos* a total of 87 species and forms of invertebrates were recorded in the Danube Delta and the main riverbed during 1987-1989, which indicated a slight decrease compared to the middle of the 20th century. (99 species and forms) as a result of a significant simplification of the structural characteristics of coenoses, which is associated with an increase in anthropogenic load on the river ecosystem, primarily of a toxicogenic nature (increase in the content of petroleum products, heavy metals and other toxicants), as a result of which pollution-resistant species began to dominate - in particular, representatives of small setae and multisetae worms. At the end of the 20th century, according to the available data, it was concluded that in the Ukrainian section of the Danube, macrozoobenthos organisms do not have a significant impact on intra-reservoir processes of water quality formation compared to the subsystem of plankton and higher aquatic vegetation.

The areas of overturning in the channel of the Kiliya arm, where the main amount of dredging work was concentrated, both at the first stage of the restoration of the DWNF, and at the stage of its full development, mainly had a weakly developed zoobenthos, since these areas are characterized by increased current velocities and periodic redeposition of bottom sediments (mostly sand). The results of post-season studies of macrozoobenthos, carried out as part of the Integrated Ecological Monitoring by the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences from October 2004 to November 2005, indicated its poverty in quantitative terms, regardless of the implementation of dredging works in these areas or their absence.

Research carried out by the NOOSFERA Scientific and Industrial Association in May and September 2008 showed the absence of macrozoobenthos at the dumping station in both seasons (as a result of soil dumping from dredging) and the poverty of quantitative and qualitative indicators of its development within the SAC: 3 taxa in May, 6 - in September, and the number and biomass of benthos organisms increased in the direction of the successive distance of the stations from the dredging area towards the shore. Unlike in the spring of the same year, macrozoobenthos had a richer species composition (11 species), high numbers and biomass in the MVG area.

In general, there were significant fluctuations of macrozoobenthos grouping indicators by the number of species, species composition and quantitative indicators of development at the research points, as in previous years. This indicates the heterogeneity of habitats and the instability of the conditions for the existence of benthic organisms, which is primarily due to natural factors (soil structure, current speed, etc.).

As a result of research into the state of macrozoobenthos as a component of monitoring the plant and animal communities of the coastline and floodplains of the Danube Biosphere Reserve during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Se, the scientists of the DBR concluded that the anthropogenic influence on the processes of delta formation occurs through the change of biotopes, which is characteristic of active of the coastal zone of the delta, as well as inland water bodies. The redistribution of river flow in favour of certain channels leads to the accelerated erosion of some and the formation of other land areas of the front edge of the delta. In general, at this stage, there are favourable conditions for macrozoobenthos in the arms and brackish water bays, but the dehydration of small channels gradually reduces the water exchange rate in overgrown freshwater corners. Brackish-water bays on the bar parts of all branches thin out very quickly and are filled with silt and sand, new freshwater bays will not be formed if the existing ones disappear, which poses a threat to the biodiversity of not only macrozoobenthos, but also other hydrobionts.

According to the monitoring studies of the DBR in 2017, the enormous value for the preservation of the biodiversity of the delta of the newly formed shallow water (depth from 5 to 50 cm) reservoir on the bar part was noted *mouth of Vostochne*. Despite the rather temporary nature, various conditions (unstable salinity, a lot of organic matter, etc.) create an opportunity for adaptation and settlement of many species of both brackish and freshwater macrozoobenthos, and also promote the development of vegetation (mainly submerged macrophytes).

According to the results of hydrobiological studies, a conclusion was made regarding the weak development of benthos within the SAC due to periodic deposition and re-deposition of bottom sediments and repeated dredging operations and the loss of the value of this area for fish grazing. However, the area of this area in comparison with the entire area of the bar zone of the Bystre arm is only about 5%, and in comparison with the grazing area within the coast of the delta of the Kiliy arm, it is less than 0.5%. On the route of the sea approach channel (SAC), the development of phytoplankton and zooplankton during dredging did not differ significantly from that in other parts of the coast of the Bystre arm, and the macrozoobenthos, as in previous studies, was characterized by an impoverished species composition, low average quantitative indicators .

About 89 species of fish belonging to 30 families have been found in the delta area. Up to 40 species are found in industrial catches, but the basis is 10-15 species, among which the Danube

herring has been the leading place in recent years (56-82%). Herring catches in the Ukrainian section of the river Danube varies over the years, sometimes on a significant scale. The catches also included bream (2%), carp (4.7%), zander, catfish, fish and herbivores (1-1.5 each), pike, whitefish, flatfish (up to 0.5%), crucian carp ( about 9 %).

### ***Higher aquatic vegetation***

Monitoring studies on the territory of the DBR in recent years indicate that the smallest number of flora species (18) was recorded in the Bystre arm, and the highest - on the coastal forelands (which are determined by the most valuable neoplasms) and in the remains of the Vostochnyi Bay (54). The part of the Bystre Bay near the mouth of the Vostochnyi is the richest in aquatic plant species in the DWNF Danube river - Black sea region. Anankin Corner ranks second in terms of species richness (55.6% of the total number of aquatic and near-aquatic species).

### ***The influence of shipping on the introduction of alien species***

It is predicted that the strengthening of the movement of ships in connection with the restoration of the DWNF will contribute to the activation of the migration of resident species, since the Danube - the second largest river in Europe with developed navigation - is a major migration route for alien species and is considered a southern invasion corridor from Ukraine to European countries , as well as one of the powerful ways for immigrants to enter Ukraine. It is within the Ukrainian part of the Danube that the largest number of alien species has been found, since in the water area of the Danube Biosphere Reserve (DBR) since the beginning of the bequest in 1967, monitoring work has been continuously conducted to study the species composition of flora and fauna. A vivid example of the appearance of a species with a high invasive potential in the composition of the Danube ichthyofauna is the invasion of the rotan-head rotan (*Perccottus glenii Dybowski*).

In particular, populations of two resident species were found in the bar parts of all studied branches of the Danube Delta: Asian river corbicula *Corbicula fluminea* (O.F.Müller, 1774) and Wood's Chinese toothless *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), which are distributed in the arms, and in 2008 there was an increase in their number, and since 2010 – stabilization; in 2013, there was an increase in the population in the arms of the delta of a recent inhabitant - the bivalve mollusk zebra mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*), which gradually squeezes out dreisen polymorphic. Among the macrozoobenthos, the alien species most significant for the ecosystem are also molluscs *Mya pischana* (*Mya arenaria*), scapharca (*Scapharca inaequalvis*), Dutch crabs (*Rhithropanopeus harrissi tridentata*) and shaggy-armed Chinese (*Eriocheir sinensis*), and a total of 19 species. In 2013, 2 species new to the fauna of the Danube Biosphere Reserve were recorded: a North American bryophyte *Pectinatella magnifica* and a bivalve mollusk *Barnea candida* [10]. The research carried out on the coast between the Bystre and Vostochnyi mouths made it possible to

discover two new for the fauna of the reserve, typically marine, species of fish - the common stargazer (*Uranoscopus scaber L.*) and very rare for Ukraine, and even for the Black Sea, a species of the sparus family - (*Sparus aurata L.*).

The percentage of alien species is relatively small (about 1% for benthic invertebrates), but their impact on ecosystem processes can be quite significant. The penetration of foreigners is facilitated by the existence of a permanent transition zone between the river and the sea, sharp changes in the characteristics of the environment, that is, a zone of ecological stress, where, due to the extreme effect of environmental factors, there is a weakening of competition and the release of ecological niches.

The results of research materials conducted by scientists of UKRNDIEP, DBR, IMB of the National Academy of Sciences of Ukraine and OdC PIVDENNIRO in the last and previous years in the Danube Delta during the comprehensive environmental monitoring of the restoration and operation of the deep-water navigation fairway (DWNF) Danube - Black Sea, make it possible to assert that there is no direct impact restoration and exploitation of the DWNF Danube river - Black sea biotic community, including sturgeon species of fish. The most significant violations of the structure of biotic communities were recorded in the places where dredging works were directly carried out and the area of marine dumping of soil, and generally had a local character and a short period.

Control observations have shown that the actual changes in the components of the natural environment, which occur under the influence of activities for the restoration of DWNF, do not exceed the predicted ones, and are often less significant - that is, the accompanying environmental protection measures were generally effective. The changes observed in the state of the Danube Delta ecosystem are mainly due to a traditional complex of natural and economic factors, which should be addressed by measures to improve the ecological state of reservoirs and water quality. No significant cross-border impact of activities related to the restoration and operation of the DWNF Danube - Black Sea was established in all areas of monitoring.

According to the results of the in-depth studies carried out as part of the implementation of the conclusions of the Commission on the request of a complex of in-depth studies, the likely cross-border impacts on the environment from the implementation of the DWNF Danube - Black Sea project for full development, namely: on the hydrological regime, morphodynamics of the delta, river and sea water quality, fish forage, grazing and spawning grounds, migration flows of sturgeon and Danube herring, habitats, population size and biodiversity of birds, including particularly valuable and vulnerable species, were assessed as local and limited, that is, such that will not lead to significant changes in the main parameters of the natural environment and the loss of biodiversity of the Danube Delta [5].



No negative influence of DWNF on the condition of birds during the period of seasonal gatherings was found.

Impacts from the loss of bird habitats as a result of dredging, remedial dredging, coastal protection measures and the creation of coastal dumps, as well as the impact of disturbance from shipping (noise, waves, visual and physical impacts, pollution, including accidents) are assessed as likely negative impacts, but local and are limited.

Clarification of the assessment of the cross-border impact of the passage of ships on fish, regarding which the Commission from the request stated the impossibility of determining the probability due to insufficient information, is assigned to the stage of post-project analysis [5].

***Impact on human health.***

The impact on human health as a result of the planned activity will be insignificant, will be local in nature and will be much lower than the impact from other anthropogenic factors, such as economic and industrial facilities, drinking water quality, transboundary pollution of river waters, motor vehicles, storages of unsuitable for use of pesticides, etc.

## 5. DESCRIPTION AND ASSESSMENT OF THE POSSIBLE IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF THE PLANNED ACTIVITY

The assessment of the possible impact on the environment of the planned activity is carried out taking into account the peculiarities of the assessment of preparatory and construction works and the implementation of the reconstruction of the DWNF (table. 5.1).

**Table 5.1 Peculiarities of the impact on the environment of works on the reconstruction of the DWNF**

Aspects of EIA	Characteristics of aspects
1. Scale of impacts	The zone of probable impacts covers a significant part of the water body and the adjacent territory
2. Ways of influence	Direct and indirect
3. Time of influence	Long-term, periodic. Probability of manifestation in the long term
4. Periods of influence	Significant actions during the construction period, constant moderate impact of hydraulic tools and periodic dredging actions during the operation period
5. Significance of the zone of influence	Ecologically valuable territories fall into the zone of influence
6. Nature of influence processes	Physical, chemical, biological
7. Peculiarities of environmental factors	Variability, variety of natural conditions; the ambiguity of the ecological value of certain areas of the territory of the influence zone, intra-reservoir processes in the water body
8. Peculiarities of influencing factors	Location within a water body and coastal slopes, large volumes of moving soil
9. Output data	Development of design materials at the feasibility stage. Insufficient information at the time of impact assessment. Various types of data are presented: one-time measurements, statistical data, forecast and expert assessments
10. Evaluation criteria	Multicriteria. Conflicting restrictions are possible
11. The planning process	Long-term, possible change of requirements for the final result. Selection of options for the route of the DWNF (in the previous project), consideration of alternatives for the composition and location of local hydrotechnical facilities (DWNF) within the long
12. Special conditions	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placement of DWNF near the border with Romania, the possibility of cross-border impacts.</li> <li>2. The need to take into account the interaction and mutual influence of several local GTC inside the elongated</li> <li>3. The possibility of cumulative effects</li> </ol>

Taking into account the above-mentioned features of the EIA of the DWNF, the main requirements for the method of comprehensive impact assessment and environmental safety management of such structures have been formulated. Application of the method should allow: use

of different types of data (qualitative and quantitative); assessment of the interaction of various influencing factors with changing environmental factors in conditions of limited information; accounting for a fairly large number of criteria, including environmental constraints and transboundary aspects; use of the method for various tasks of comprehensive assessment and management of environmental safety during the creation and operation of DWNF, including the task of choosing an option, prioritizing environmental protection measures, assessing cumulative impacts; use in the process of making decisions about planned activities, as well as in all stages of design, construction, operation. In the process of operation, refinement of the impact assessment can be carried out as part of the post-project analysis (PPA) as additional initial information is received.

When making a comprehensive assessment of the impacts of planned activities and making decisions based on it, the problem of generalizing individual assessments by environmental factors arises. For a multi-factor and multi-criteria assessment, which can be the basis of environmental safety management of the planned activity, we will apply a scientific approach that uses hierarchies to systematize the most important factors involved in the assessment, applied by the American mathematician T. Saati in his developed method of analysis of hierarchies (MAH). The essence of the method consists in the decomposition of a complex problem in the form of a hierarchy consisting of separate elements; construction of matrices of paired comparisons of elements based on expert opinions; further processing of expert opinions, the results of which determine the relative degree of interaction or interdependence of elements of the hierarchy, which is expressed in numerical form. The MAH combines an analytical approach using the algebraic theory of matrices with expert procedures that allow for consideration of all available data and decision-making in conditions of multicriteria.

To perform pairwise comparisons, a fundamental scale of the relative importance of factors is proposed in [1, 2] (table 5.2).

The structure of the decision is a hierarchy that includes the goal, criteria, sub-criteria, alternative options for the decision. The decision-making procedure ends with the determination of generalized global priorities for the options under consideration.

The main advantage of the method in the analysis of multifactor tasks is the organization of data into a hierarchy and a fundamental scale for comparing factors among themselves.

**Table 5.2 Fundamental scale of relative importance of factors**

<b>Degree of preference</b>	<b>Definition</b>	<b>Comments</b>
1	Equal advantage	The two alternatives are equally preferable from the point of view of the goal
2	A weak measure of superiority	An intermediate gradation between equal and medium advantage
3	Average degree of preference	The expert's experience allows one to consider one of the alternatives slightly better than the other
4	Advantage above average	An intermediate gradation between moderate and moderately strong preference
5	Moderately strong advantage	The expert's experience allows one to consider one of the alternatives clearly better than the other
6	A strong advantage	An intermediate gradation between moderately strong and very strong preference
7	A very strong (obvious) advantage	The expert's experience allows one to consider one of the alternatives much better than the other; the dominance of the alternative has been confirmed by practice
8	A very, very strong advantage	An intermediate gradation between very strong and absolute superiority
9	Absolute advantage	The obviousness of the overwhelming advantage of one alternative over another has undeniable confirmation

DWNF together with the surrounding natural environment is a complex system: a set of elements that are in relations and connections with each other.

When assessing the environmental impact of DWNF, in addition to analysing the interaction of individual elements of the building and environmental factors, it is necessary to investigate the system "man-made object - environment" using the methodology of multi-criteria comprehensive impact assessment, which will allow to determine the strategy of managing the environmental safety of the system under consideration.

The decision-making process regarding the organization of the environmental safety management system of the DWNF begins with the formulation of the ultimate goals of the investigated problem or task. Then the research sequence can be presented as follows:

- considering the problem as a single system and identifying all the consequences and relationships of each individual decision;
- coordination of goals of subsystems with the goal of the system;
- identification and analysis of possible alternative ways of achieving the goal and choosing the most effective of them.

In the process of formation and development, the "DWNF - environment" system goes through several successive stages of the life cycle, each of which can be divided into stages or phases. For long-term DWNF, it is advisable to combine the stages of the life cycle into periods: construction and operation.

In all these periods, stages corresponding to the implemented facilities of the facility are distinguished.

All periods of the object's life cycle are manageable. The goal of management is the greatest efficiency in the use of resources when solving a specific task of the life cycle. Inextricably linked to this goal is the goal of ensuring the environmental safety of the planned activity, which can also be controlled. It is expedient to organize such management on the basis of management decisions to minimize impacts on the environment, which are assessed on the basis of a comprehensive impact assessment. Therefore, the management of the environmental safety of the planned activity is understood as the decision-making process regarding the choice of an activity implementation option and a set of environmental protection measures using the tools of comprehensive environmental impact assessment.

When performing the standard EIA procedure, the admissibility of the effects of environmental factors is assessed. The substantiation of the conclusion regarding the admissibility of the consequences of impacts is a key point of the procedure. The normative documents include the concept of "normative influence", i.e. such that it is carried out within permissible limits and does not cause supra-normative changes.

The clearest criteria are formulated regarding the effects on the quality of water and atmospheric air of discharges and emissions of pollutants (must not exceed the established MPC and change to the worse side of the existing ecological categories of water quality of water bodies) [3]. For protected species, populations and groups of flora and fauna, the admissibility of impacts is determined based on the criteria for preserving conditions and habitats.

Since the specified criteria cannot cover the entire range of possible consequences of impacts on the environment, verbal characteristics of the scale and strength of impacts are often used in EIA, on the basis of which a conclusion is drawn about their admissibility. These indicators lack uniformity and suggest an ambiguous interpretation. This is especially evident in the characteristics of the residual effects of influences at the stage of verbally argued comprehensive assessment. Therefore, there is a need to establish fairly clear gradations (ranks) of impacts according to their scale.

This paper proposes a scale of values of residual consequences for ranking impacts (table 5.3), developed on the basis of the analysis of impacts on the natural environment of large hydrotechnical structures [4, 5].

**Table 5.3 Scale of values of residual consequences according to the results of a verbally argued complex assessment of impacts**

<b>The value of residual effects</b>	<b>Verbal description of the results of the comprehensive impact assessment</b>
1. Small	The minimum value of influence factors. Minimum area of influence. Reverse effects. Natural processes and characteristics of the ecosystem are not disturbed.
2. Normatively permissible	Violation of regulatory requirements for indicators of the state of the environment is not predicted.
3. Acceptable	Minor and temporary impacts. Insignificant zone of influence. The consequences are reversible or do not lead to deterioration of the status of the ecosystem according to a set of indicators.
4. Conditionally admissible	Impacts are reduced to normatively permissible or permissible during the implementation of the provided measures.
5. Compensated	Irresistible consequences can be compensated by improving the state of the environment outside the impact zone, but within the limits of this natural complex.
6. Local	Episodic non-compliance with regulatory requirements for environmental indicators, the consequences of which are local in nature, but cannot be completely averted or compensated.
7. Substantial	Intermediate values
8. Significant	Violations of normative values of indicators of the state of the natural environment and natural processes are often manifested in a large area. The consequences can be partially averted or compensated. It can be recognized as permissible only on the basis of a comprehensive ecological and economic assessment.
9. Inadmissible	Violations of regulatory values occur often and over a large area. The inevitable degradation of the ecosystem is predicted,

According to the proposed scale, the general conclusion about the significance of the impacts should be made taking into account the geographical scale of the possible consequences of the impacts (zone of impact), magnitude (intensity), duration, frequency, probability and reversibility of the analysed impacts. It is also necessary to take into account environmental factors that change under the influence of impact processes, add up to impact factors and change their strength.

Zones of influence in different areas may differ from each other in terms of the level of ecological significance determined by taking into account the ecological value of one or another area [4,6,7].

The duration of impacts can be limited to any particular stage of the project's life cycle. Thus, carrying out dredging works causes a temporary increase in the concentration of suspended substances and the entry of pollutants present in bottom sediments into the water.

The size of the impact is also determined by the frequency of its manifestation, which, in turn, depends on the source of the impact. Thus, the magnitude of the impact from the operation of the engines depends on the number of ship passages per day and the carrying capacity of the ships.

Unregulated and non-periodic impacts are classified according to the degree of probability of their occurrence, the spectrum of which is located from those whose probability is practically a reliable fact to those that are improbable, but in hypothetical implementation pose a threat to the environment. Impacts whose frequency or probability is sufficiently high form the basis of a comprehensive assessment.

Some actions may take place only in the event of an accident or object operation in offline mode. For such situations, it is necessary to determine the level of risk of negative impacts associated with the probability of its occurrence, and to adjust the comprehensive assessment with analysis and taking into account the assessment of acceptable levels of risk.

To carry out a comprehensive impact assessment and account for the weight of each impact factor, it is advisable to group the possible environmental consequences of the planned activity by environmental factors.

According to the results of the assessment of the admissibility of the effects, environmental protection measures are selected that can be implemented at different levels of the impact structure.

The results of the assessment of the effects of environmental components serve as initial data for the procedures of verbally argued and multi-criteria comprehensive assessment of the effects.

To formalize a comprehensive impact assessment, it is necessary to determine the importance of some factors against others.

Such a methodological problem arises at the stage of choosing an option for placing an object or ways of carrying out activities.

When choosing an option for the placement of the DWNF track, environmental criteria for comparing the natural conditions of the alternatives are taken into account. Environmental factors are analysed under the condition of ensuring the environmental safety of the planned activity, the absence of a threat to representatives of the protected flora and fauna. The landscape and economic value of the alienated or affected territories is taken into account. In order to identify the most significant of the many environmental factors, this work proposes to group the environmental factors according to the nature of their interaction with the anthropogenic factors influencing the planned activity (table. 5.4).

Expert analytical procedures, including the method of analysis of hierarchies (MAH), are performed in the following order: decomposition in the form of a hierarchical presentation of the researched tasks of comprehensive assessment and management of environmental safety,

construction of dominance matrices (opinions) by finding relationships between elements of the hierarchy through pairwise comparison and providing point assessments, further synthesis and determination of priorities. The higher the received priority, the better the alternative according to the selected criteria.

**Table 5.4 Main types of interaction of environmental factors and factors of influence of planned activity**

Nature of interaction	Consequences of interaction
1. Environmental factors affect the planned activity	The flow of sediments causes silting of the riverbed and hinders navigation.
2. Environmental factors change under the influence of planned activities	Canalization of the channel increases the speed of the current and reduces siltation.
3. Environmental factors and impact factors are summarized	The mass of the polluting substance entering the river is summed up with the mass of this substance in the river runoff. The mass of suspended substances entering the water during dredging is summed up with the mass of the natural flow of sediments.
4. Environmental factors change the influencing factors of planned activities	The natural increase in water temperature in the river in the summer increases the impact of the discharge of organic substances on hydrobionts. The presence of a bar at the mouth of the river increases the volume of dredging operations during the creation of a navigable passage.

The decomposition of a task or problem and the construction of a hierarchical structure allows to single out simpler components for further analysis, and a pairwise comparison of elements among themselves enables a numerical representation of the influence of each element of the hierarchy on achieving the set goal.

Dominance matrices are formed for each level of the hierarchy on the basis of a pairwise comparison of elements in relation to their influence (weight) on a characteristic common to them, which allows expressing the relative superiority of one element over another according to a characteristic common to them. In the case of dominance, it means more influence with respect to a certain property. According to the law of hierarchical continuity, it is necessary that the elements of each level be compared in pairs with the elements of the upper level located above it, that is, the elements of each level are compared with each other in terms of their influence on each element adjacent to the level above, with which influence connections are established.

Pairwise comparison procedures are applied to pairs of homogeneous elements. Heterogeneous elements are divided into interdependent groups (clusters) containing homogeneous elements.



The hierarchy is built in such a way that for the lower level of alternatives, priorities or weighting factors are obtained that best meet the goal defined at the top of the hierarchy, taking into account all intermediate elements and according to the relationships between the levels of the system. Decision-making is based on priorities.

### **5.1. Possible impact due to the implementation of preparatory construction works and implementation of planned activities**

The deep-water shipping passage in the river delta is a long hydrotechnical structure that belongs to the class of transport objects intended for the passage of ships and on sections of the river-sea route that crosses the delta area.

The design of new shipping lanes in the multi-armed delta is associated with the need to sift through a large number of possible options for the route, accounting and evaluation when choosing the optimal solution of strategic, economic, environmental and social factors, comprehensive assessments of the impacts of each option.

One of the principles of environmental safety, which should be taken into account when planning the DWNF, is the formation of the same type of assessment structure for each option. Let's consider the peculiarities of the assessment of the impact of DWNF in the Danube Delta.

In the lower reaches, the river branches off to form a large swampy delta 75 km long from west to east and 65 km wide from north to south, cut by a dense network of canals. The top of the delta is at Cape Izmailskyi Chatal, 80 km from the mouth, where the main channel of the The Danube divides into two branches: Kiliyskyi and Tulchynskyi. 17 km downstream, the Tulchynskyi branch divides into the Georgiivskyi branch and the Sulynskyi arms.

The Danube flows into the Black Sea in three main arms: Kiliyskyi (northern) - the territory of Ukraine, Georgiivskyi (southern) and Sulinskyi, located between them. The last two are located in Romania.

About 120 tributaries of the river Danube forms a hydrographic network of the basin. According to the complex of physical and geographical features, the river is divided into the Upper Danube (992 km), the Middle Danube (860 km), and the Lower Danube (931 km).

River Danube is the most important water transport artery of Central and Western Europe. From the beginning to the mouth, the river flows through the territory of ten countries: Germany, Austria, Slovakia, Hungary, Croatia, Serbia, Bulgaria, Romania, Moldova and Ukraine [8 - 13].

In addition to intra-basin transportation, there are such inter-basin routes as Danube-Main-Rhine-North Sea, Danube-Oder-Elbe. However, the largest cargo flow passes through the Danube - Black Sea route. This waterway has the prospect of continuation in the direction of the industrial regions of the countries of the East. Due to its extreme importance, the Danube Waterway acquired the status of International Transport Corridor (ITC) No. 7, included in the number of ten pan-European transport corridors. This waterway is harmoniously connected with other active transport routes of international importance.

During the 19th and 20th centuries, Romania created the conditions for the organization of shipping on its territory:

- Sulynskiy Canal – an artificially created international shipping channel with a navigable width of 60 m for the passage of sea vessels and vessels of mixed river-sea navigation;
- Chornovade - Konstanza-Yug canal with two floodgates, width at the bottom - 80 m;
- Medzhia canal - port of Novodari, connecting the port of Novodari with the Chernavode-Konstanza canal in the area of the port of Medzhia;
- straightening of the St. George's sleeve was additionally performed.

In the Ukrainian part of the delta, shipping along the Kiliya arm and the arms connecting it to the sea: Starostambulskiy and Shvydkiy - took place from the middle of the 19th century, and the seaports of Izmail, Reni and Kiliya, located in the Kiliya branch, are 180, 160 and 120 years old, respectively. From the end of the 20th century, attempts were made to organize navigation through the northern arms of the Kiliya delta, for which the bars of the Northern, Potapovskiy, Ochakiv, and Prorva arms were deepened, but these openings quickly drifted.

The need for an own Ukrainian shipping connection of river Danube with the Black Sea is determined by:

- objective integration processes with the European Union;
- economic ties between European and Eastern countries;
- the priority of the East-West direction among international transport corridors;
- the international need to increase the volume of transportation across the river Danube.

Let's consider the peculiarities of the assessment of the effects of the creation of the DWNF in the delta of the river Danube.

The main elements of the ship's progress are: a section of a main river channel, a navigable channel or arm of a delta, a sea channel for crossing shallow estuarine bars on a sea coast.

The main problem of assessing the effects of the creation of a shipping lane in the delta of the river The Danube, as well as for hydrotechnical construction in general, is connected with the need to take into account the significant variability of environmental factors.

The river delta is a system of constantly changing arms and territories between them, part of which is covered with water and occupied by floats. The rate of evolution of the delta is determined by the mass balance of the solid runoff carried out to sea along the channels of the arms and carried by sea currents. The general direction of the evolution of the delta of Danube is determined by the interaction of the river and the sea and is manifested in the following phenomena and processes that are constantly occurring [8, 9, 14-16]:

- advancement of the sea edge of the delta towards the sea;
- emergence of new and dying off of old arms of the delta, change in their number and redistribution of river flow between them;

- the formation of shallow areas of the sea (bars) in front of the mouths of the arms due to the deposition and re-deposition of sediments in the zone of interaction of the river flow with sea currents and waves; the formation and development of coastal islands (forelands) along the sea edge of the delta due to the accumulation of sediments;

- a change in the water regime of the island territories in the direction of slowing down the water exchange in the shoals, lowering the water level as it dies off and reducing the number of arms.

Along with the evolutionary changes in the delta, periodically repeating processes are observed, the most important of which are the bending-thrusting phenomena in the estuarine zone, intra- and interannual changes in water flows and solid sediments in the river. Their consequence is typical for delta fluctuations of water levels in the arms and flumes, as well as deformation of the bottom and banks of watercourses.

The variability of environmental factors is the main condition (as well as the result) of the evolution of the delta, and the consequences of this variability are felt by all natural and man-made objects located within its borders. As the historical experience of shipping in the conditions of the delta shows [8], man-made impacts of the construction and operation of shipping channels on the surrounding natural environment occur against the background of the determining effects of evolutionary and cyclic processes of delta formation, strengthening and weakening some of them. When assessing the effects of the creation of a shipping channel in the river delta on the environment, it is necessary to separate the consequences for the environment under the influence of the creation of the shipping channel itself and the consequences of the natural variability of environmental factors.

One of the most important in terms of the scale of impacts and difficult for the assessment of their ecological consequences section of the ship passage is the sea approach channel (SAC), which ensures the passage of ships through the shallow water area of the coast adjacent to the sea edge of the delta, and is an integral element of any - what version of the route of the ship's course. Its creation can have long-term effects on the delta ecosystem. At the same time, the stability of the operation of the entire shipping route depends on the existing and predicted hydrological parameters of this most dynamic part of the delta.

To determine the influence of environmental factors, it is necessary to conduct retrospective studies of deltaic processes, comparative analysis of space survey data, evaluate the intensity of coastal processing, sediment accumulation, formation of islands (forelands) and their merging with the sea edge of the delta.

An important environmental factor that must be taken into account when assessing the impacts of planned activities in the delta is the presence of protected areas. Delta of the river

Danube is 580,000 hectares of wetlands, a unique object on a global scale. 300 species of birds, 160 species of fish, 100 species of animals, 5,000 species of insects, and 600 species of plants live here [12]. The delta is a conventional triangle, with peaks in the settlements of Tulcha, Vylkove and Sfintu-Gheorghe. It is divided by the border between Romania and Ukraine in a ratio of 4:1. The Romanian part is under the protection of the specially created state biosphere reserve "Danube Delta", which was included in the UNESCO World Heritage List in 1991. In the Ukrainian part of the delta, the Danube Biosphere Reserve (DBR) was created on the basis of the "Danube Floats" nature reserve, which since 1998 has also been under the aegis of UNESCO as part of the Romanian-Ukrainian Biosphere Reserve "Delta Dunarea".

Wetlands of the Kiliya delta of Danube is of international importance, mainly as places of reproduction and mass gatherings of waterfowl [17 - 20].

Within the Danube Biosphere Reserve, the following main avifauna complexes are distinguished:

- coastal low islands and forelands;
- desalinated coastal shallow waters;
- scrub bushes on seaside sand-leaf dunes;
- reed-sedge bushes;
- floodplain willow forests.

Another key environmental factor is the proximity of Romania's borders, which imposes additional requirements and restrictions on activities planned in the region [17].

Considering the environmental factors listed above, special attention should be paid to the assessment of the impacts of the creation of the DWNF on the delta biota.

At the macro level, the river delta and the coastal area adjacent to it can be considered as an ecotone of the boundary between the river floodplain and the sea. As in any ecotone biotic communities, the flora and fauna here is characterized by richness, diversity, the presence of unique plant associations, populations of rare animal species, and increased sensitivity to external influences.

At the same time, being under the influence of continuously changing abiotic conditions, the plants and animals of the delta have adapted to a wide range of fluctuations in environmental parameters (periodic flooding and drainage, changes in water salinity, movement of bottom sediments, etc.). The constant development of new territories near the sea edge of the delta and succession in the direction of aridization in the aging parts of the delta are also characteristic of the delta biota.

The assessment of the effects of the creation of a shipping channel in the river delta on the biota should be carried out taking into account these characteristic features of the existence and

evolution of the plant and animal communities of the delta. In the conditions of the delta, the scale of impacts directly depends on the scale of technogenic changes in its water regime, therefore:

- the smaller the man-made changes in the natural hydrological and morphometric parameters of the delta, the more limited is the impact on the flora and fauna of the delta in general;
- man-made factors of ship traffic, the parameters of which do not go beyond the range of natural changes in environmental conditions, cannot lead to significant, and even more so, irreversible changes in the flora and fauna of the delta.

Factors of the influence of ship traffic, which can lead to significant consequences for the flora and fauna of the delta, should include:

- redistribution of flow in the arms of the delta;
- loss of territories allocated for hydrotechnical construction facilities;
- violation of the hydraulic connection between parts of the delta territory;
- violation of water exchange between parts of the coastal water area or their isolation from the sea.

Man-made factors that affect the flora and fauna of the delta areas directly adjacent to the shipping route include:

for hydrobionts:

- damage to the surface of the bottom and destruction of benthos organisms in the places of dredging, creation of hydrotechnical structures, shore strengthening works and soil dumping;
- change in flow rate in regulated sections of watercourses;
- entry of suspended and dissolved pollutants into the water during the handling of extracted bottom sediments;
- entry of polluting substances into the water in case of violation of the regime of passage of ships and in case of accidents;
- penetration of salty sea waters into the sleeve due to the creation of a sea channel;

for the flora and fauna of the adjacent areas of the delta:

- gas-aerosol emissions of harmful substances into the atmosphere, noise and other factors of concern associated with construction works and the passage of ships;
- waves caused by passing ships;
- soil dumps placed along the banks of the arms;
- a change in the water regime of the channel areas as a result of shore strengthening works, the collapse of sections of the arms and hydrotechnical construction;
- installation and maintenance of navigational signs.

The negative consequences of the listed influences should be considered:

- direct destruction of biocenoses in certain areas of the delta;

- reduction of the fodder base and disruption of the migration routes of fish and terrestrial animals;
- reduction of species diversity and degradation of plant communities;
- loss of habitats, violation of reproduction conditions and other changes in environmental conditions that lead to a reduction in the number of animal populations or a threat to their existence;
- the appearance or spread of species that are not characteristic of natural communities and are aggressive in relation to local associations of plants and animal species.

Thus, the problematic issues of assessing the impacts of GHG in the Danube Delta are determined by the variability of environmental factors, the presence of a bilateral biosphere reserve, and the transboundary aspect. The following can be taken as key factors influencing the object: the area of land to be removed, the area of damage to the bottom of the watercourse, the volume of earthworks during the construction period, the volume of operational dredging, the change in the hydrological regime of the delta islands, the change in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta.

**The sequence of procedures for comprehensive impact assessment is as follows.**

1. The environmental factors of the ship course are grouped according to certain characteristic sections of the route:

- the channel section runs along the natural arms of the delta with improved navigation conditions on the slipways;
- an artificial channel, which is a sluiced channel, is planned to be included in the channel area;
- a sea channel approaches the channel area, which leads up, cuts through a shallow estuarine bar and is protected from coastal sediments by barrier dams.

Next, the sources of impacts are determined - the types of work performed during the construction and operational period; these sources of influence are formed by the means of performing work, which are:

- mechanisms and vessels used to remove bottom sediments in the channel part of the DWNF (mainly in the areas of existing rollovers) and transport them to places of temporary and permanent storage;
- mechanisms and vessels used for the construction of shore strengthening and flow control facilities;
- mechanisms and vessels used in creating an opening for the passage of ships through the river bar and the protective dam; when transporting sediments removed to a marine landfill;
- moving bottom sediments;
- construction materials used to create protective and regulatory structures.

During the operation of the hydroelectric power station, the sources of influence are the hydrotechnical structures themselves, as well as cargo and passenger ships passing through the fairway.

According to the results of the analysis of the means of production and types of work, the sources of influence are determined and the next procedure is carried out.

2. Factors of influence are grouped by types of work (sources of influence) - table. 5.4.

3. Processes of influences flowing between influence factors and environmental factors are determined (table. 5.5).

4. Expected environmental consequences are predicted (table 5.6) and verbally evaluate their significance (see table. 5.3).

5. The possible ecological consequences of the creation of the DWNF are listed in the table. 5.6 are grouped by influencing factors (table. 5.7).

Numerical characteristics of impact processes according to table. 5.5 and possible environmental consequences according to table. 5.6 are determined by standard methods according to the proposed algorithm.

6. Based on the analysis of possible environmental consequences, a set of possible measures to ensure the normative state of the environment is formed (table. 5.8).

7. The possible residual effects of the effects of the creation of the DWNF in the river delta, taking into account the set of measures to ensure the regulatory state of the environment during the construction and operation period, are repeatedly verbally evaluated according to the scale of the values of the residual effects of the effects (see table. 5.3).

Table 5.4 Impact factors of various types of work

<b>Sources of influence</b>	<b>Influence factors</b>
1. Excavation of the soil in the sections of the riverbed and marine underwater channel. Storage of soil in the channel and shore dumps and marine landfill. A complex of machines and mechanisms.	1.1. Damage to the bottom in areas of the river bed, marine undersea channel and protective dam. 1.2. Damage to the bottom at the site of the marine landfill 1.3. Occupation of land for coastal dumps 1.4. Losses of soil during excavation and dumping (on sections of the route) 1.5. Contact of the formed soil with sea water 1.6. Inflow of return water from coastal landfills 1.7. Noise from the operation of mechanisms 1.8. Emissions into the atmosphere from engine operation
2. Repair dredging works. Storage of soil in the channel and shore dumps and marine landfill. A complex of machines and mechanisms.	2.1. Damage to the bottom in areas of the river bed and sea underwater channel during soil excavation 2.2. Damage to the bottom at the site of the marine landfill 2.3. Occupation of land for coastal dumps 2.4. Soil losses during excavation 2.5. Contact of the formed soil with sea water 2.6. Inflow of return water from coastal landfills 2.7. Noise from the operation of mechanisms



	2.8. Emissions into the atmosphere from engine operation
3. A complex of hydrotechnical structures and vessels passing through the fairway.	3.1. The slot and dikes in the bar region as delta-forming elements. 3.2. Changed parameters of watercourses and bar area 3.3. A wave during the passage of ships 3.4. Arrival of pollutants during accidents 3.5. Introducing new representatives of flora and fauna 3.6. Noise during engine operation 3.7. Emissions into the atmosphere

**Table 5.5 Characteristics of impact processes**

<b>Factors of influence according to the table. 5.4</b>	<b>The influence process</b>
1.1, 1.2	I Destruction of the benthos biocenosis on part of the bottom area
2.1, 2.2	II Change in topography of the bottom and shores
1.3, 2.3	III Washing of soil with a dredger on the sites between the embankment dams
1.4, 2.4	IV Downstream distribution of fine suspension with adsorbed pollutants
1.5, 2.5	V Destruction of benthos organisms at the site of the marine landfill. Periodic entry of suspended and dissolved pollutants and biogenic substances into seawater
1.6, 2.6	VI Inflow of pollutants into the channel with stormwater and filtration return waters formed at the sites
1.7, 2.7, 3.6	VII Propagation of sound vibrations in the air and water environment during the operation of ship engines and construction mechanisms
1.8, 2.8, 3.7	VIII Increase in the content of nitrogen oxides, soot, hydrocarbons, sulfur dioxide, carbon monoxide in the surface layers of the atmosphere
3.1	IX Change in the natural course of the processes of advancing the sea edge of the delta in the area of the bar
	X Increase in the inflow of salty sea waters into the channel
3.2	XI Reshaping and emergence of new biotopes with hard and soft substrate
	XII Possible redistribution of water consumption between the arms of the delta, an increase in bending and bending phenomena in the channel and its coastal strip
3.3	XIII Possible erosion of nearshore embankments and coastal jetties
3.4	XIV Spread of films of oil products in the adjacent water area of the sea, increase in the content of pollutants in sea water
3.5	XV Appearance of new representatives of flora and fauna in the benthos and coastal strip

**Table 5.6 Assessment of the possible environmental consequences of the creation and operation of DWNF**

<b>The influence process (according to Table 5.5)</b>	<b>Possible ecological consequences and zones of influence</b>

I	Reduction of primary benthos production. Damage to ichthyofauna due to loss of food base. The zone of influence - sections of the DWNF route, subject to the influence of factors 1.1, 1.2, 2.1, 2.2.
II	Intensification of sediment deposition processes. Redistribution of flow between sleeves. The zone of influence is a system of channel arms.
III	Soil degradation, damage to flora and fauna. The zone of influence is the land plots alienated under the dumps.
IV	Deterioration of water quality, increase in trophicity and deterioration of the oxygen regime in the watercourses of the delta at the place of operation of dredgers and downstream, the possibility of toxic effects on hydrobionts. In the zones of increased turbidity - a decrease in the productivity of phytoplankton and phytobenthos. Damage to ichthyofauna due to loss of food base and toxic effects. The zone of influence is the system of delta arms below the dredging sites.
IN	Deterioration of water quality, increase of trophic level and deterioration of the oxygen regime of the adjacent part of the sea water area, possible toxic effect on hydrobionts. In the zones of increased turbidity - a decrease in the productivity of phytoplankton and phytobenthos. Damage to ichthyofauna due to loss of food base and toxic effects. The zone of influence is the adjacent part of the sea delta
VI	Deterioration of the quality of ground and surface waters. The zone of influence is the coastal strip. An increase in the level of trophicity and a deterioration of the oxygen regime in the watercourses of the delta below the dumps, the possibility of toxic effects on hydrobionts. The zone of influence is a system of delta arms below the dumps.
VII	Deterioration of living conditions of the population and deterrent effect on animals. The zone of influence is coastal strips of watercourses along the route, areas near the places of operation of mechanisms and watercraft.
VIII	Deterioration of the living conditions of the population, deterioration of plant growth conditions and the existence of animal populations. The zone of influence is the territory near the places of operation of mechanisms and vessels used in dredging and hydrotechnical construction, coastal strips of watercourses along the DWNF route.
IX	Probability of loss of safe nesting sites of protected bird species, disturbance of along-shore feeding migrations of fish and spawning grounds. The area of action is the coastal areas of the delta.
The influence process (according to Table 5.5)	Possible ecological consequences and zones of influence
X	Probability of degradation of the existing and formation of a new complex of benthic organisms. Caring for rare and endemic fish. The zone of influence is the section of the channel adjacent to the sea edge of the delta.
VIII	Deterioration of the living conditions of the population, deterioration of plant growth conditions and the existence of animal populations. The zone of influence is the territory near the places of operation of mechanisms and vessels used in dredging and hydrotechnical construction, coastal strips of watercourses along the DWNF route.
IX	Probability of loss of safe nesting sites of protected bird species, disturbance of along-shore feeding migrations of fish and spawning grounds.

	The area of action is the coastal areas of the delta.
X	Probability of degradation of the existing and formation of a new complex of benthic organisms. Caring for rare and endemic fish. The zone of influence is the section of the channel adjacent to the sea edge of the delta.
XI	Increase in species diversity and benthos biomass due to the development of fouling biocenoses. Zone of influence - areas of construction of hydrotechnical structures with stone and crushed stone backfilling.
XII	Increase in water exchange and water level fluctuations in the coastal strip. The zone of influence is the coastal strip.
XIII	Changes in the water regime are smooth. Loss of habitats for ecotone flora and habitats of valuable and protected species of fauna. The zone of influence is the sections of the fairways and the adjacent area of the fairways.
XIV	Deterioration of water quality and oxygen regime in downstream delta watercourses, the possibility of toxic effects on hydrobionts and biota near channel embankments. The zone of influence is the system of sleeves below the accident site, in case of major accidents, the adjacent areas of the coast and the coastal strip of the sea edge of the delta.
XV	Undesirable changes in the structure of aquatic and terrestrial biocenoses, displacement of protected and valuable species, deterioration of the parasitological situation are possible. The zone of influence is the channel of the sleeve and adjacent sections of the flood plains.

**Table 5.7 Distribution of possible ecological consequences of impacts on the components of the natural environment**

<b>Environment</b>	<b>Possible environmental consequences</b>
Geological	Change in topography of the bottom and shores. Intensification of sediment deposition processes. Redistribution of the involved sediments between the sleeves. Erosion of certain areas of the coast along the route of the DWNF due to the formation of waves from passing ships. Change in the water regime of the delta. Change in delta evolution processes.
Watery	Increase in costs on the delta arms included in the DWNF route. Change in the field of current velocities in the bar part of the DWNF route, penetration of seawater into the sleeve. Change in ecological conditions in certain areas of the sleeves due to the appearance of solid substrates. Temporary decrease in the self-cleaning capacity of the river ecosystem, deterioration of water quality and oxygen regime in the places of operation of dredgers and downstream, in the area of the sea water area adjacent to the place of soil dumping, below the place of the accident in the event of an accident with passing ships. Deterioration of the quality of ground and surface waters in the places where bottom sediments are dumped.
Aerial	Noise and gas-aerosol emissions of harmful substances during the operation of engines, ships, construction mechanisms and auxiliary vessels, as well as during accidents accompanied by fire or explosion on ships. Stationary sources of atmospheric pollution are absent both during construction and during operation.

Soil	The impact is caused by bottom sediment dumps removed from specially designated lands, which can lead to soil degradation.
Biota	<p>Destruction of benthic organisms in the deepening areas of the bottom and in dumping sites with their subsequent restoration.</p> <p>Suppression and partial death of plankton organisms in areas of the water area near dredging and dumping.</p> <p>Decrease in the primary production of benthos due to an increase in the average depth of the DWNF arms.</p> <p>Changes in the composition of the benthos in the area of penetration of the saltwater wedge and in places where crushed stone is deposited.</p> <p>Reduction of fish feed base and loss of part of spawning grounds.</p> <p>Relocation of some birds and mammals from the coastal strip as a result of the deterrent effect of working mechanisms and passing ships.</p>

**Table 5.8 A set of possible measures to ensure the normative state of the environment and ecological safety**

Category	Characteristic
Resource-saving	<p>Deduction of territories that have no significant ecological value, little-used, overgrown with bushes and reeds, periodically flooded and waterlogged under temporary coastal dumps. Reclamation of land taken under landfills with improvement of fertility and water regime (with the aim of returning to agricultural use). The ecologically sound location of the marine landfill of bottom sediments, which allows to minimize damage to bottom biocenoses, ensure reliable burial of dredging soils, and prevent secondary pollution of the coast.</p> <p>Placement of navigational signs in a floating version, which makes it possible to refuse to set aside for these purposes sections of the coastal territories along the riverbeds.</p>
Protective	<p>Hydrotechnical structures that provide navigation in combination with environmental protection functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a jet-directing dam, which is being created at the fork of the Bystre and Starostambulskyi arms for the purpose of regulated distribution of water flows between the arms (compensation of possible transboundary effects on the hydrological regime of the Starostambulskyi arm), prevention of erosion of the banks of the shipping lane and drifting of the sea approach channel;</li> <li>• areas of shore fortification of the DWNF branches, which prevent erosion of the shores;</li> <li>• a barrier dyke along the sea approach channel, which is created to reduce the drift of openings through the bar during storm surge;</li> <li>• settling ponds and internal dams created on the territories of the coastal maps of dredging soil wash to lengthen the drainage water clarification path, and reduce the pollution of the Danube waters by runoff from the ground storage sites of bottom sediments;</li> <li>• limiting, if possible, the passage of vessels near the reserve during daylight hours (a set of measures aimed at minimizing the factors of concern for fauna and reducing losses to the fishery from loss of catches).</li> </ul>
Restorative	<p>Deepening of the channel of the DWNF arms as a measure that makes it possible to partially restore the water regime of the delta, disturbed as a result of the previous anthropogenic impact: direction of channel channels and construction of a jet-directing</p>

	dam, carried out by Romania.
Protective	Comprehensive monitoring of the state of the environment, which is carried out with the aim of timely detection of tendencies towards the manifestation of possible negative consequences of the construction of the DWNF. Post-project analysis, carried out to clarify impact assessments made at previous stages.

The results of such assessment according to the table. 5.4 - 5.8 and assessments of the admissibility of possible consequences according to the scale (see table. 5.3) are given in subsection 5.8.

## **5.2. Possible impact due to the use of natural resources in the process of carrying out the planned activity, in particular, land, soil, water and biodiversity**

Planned activities for the reconstruction of the DWNF of Danube - Black Sea is not associated with large-scale use of natural resources.

Lands allocated for coastal landfills are unused, low-value and technologically disturbed with impoverished flora and fauna. The soil from the dumps will be used to repair and reconstruct damaged areas of dams. As the volume of soil extraction works decreases, the allocated land will be recultivated.

The total area of coastal soil dumps is 63.53 hectares.

Sand, natural stone and crushed stone obtained from it are used for hydrotechnical construction. Natural sand and stones make up the most important part of the mineral raw material base of the modern construction industry and are not scarce resources. the total need for these minerals is: sand - 156,000 m<sup>3</sup>, stone - 1285270 m<sup>3</sup>, broken stone - 224615 m<sup>3</sup>.

## **5.3. Possible impact due to emissions and discharges of pollutants, noise, vibration, light, heat and radiation pollution, radiation and other impact factors, as well as the implementation of operations in the field of waste management**

The technical parameters of the ship's course and the complex of hydrotechnical structures determine the magnitude of the influencing factors: volumes of soil excavation and storage, the area of bottom damage, and therefore the volume of construction works, the number and types of machines and mechanisms that are sources of emissions, discharges, acoustic, light and other types of physical and chemical impact.

**Calculations of emissions from mobile sources, waste generation and noise distribution are given in section 1. The results of the calculations show that the specified impacts do not violate regulatory requirements for the state of natural waters and air and are permissible.**

**Other factors of physical and chemical influences are not characteristic of the planned activity.**

Above, in section 5.1, the procedures for identifying the sources of factors and processes of possible impacts caused by the implementation of preparatory and construction works and the implementation of the planned activity are proposed by assessing the expected environmental consequences by environmental factors in relation to one specific criterion (certainly a regulatory limitation). When solving assessment tasks taking into account the cumulation of impacts, substantiating measures to minimize impacts, assessing possible impacts caused by simultaneous emissions and discharges of pollutants of various types and other pollution, there is a need to solve problems of comprehensive impact assessment. To solve such problems, the concept of complex influence factor (CIF) can be used, in which the effects of combined according to their nature (mechanical, physical, chemical, biological, etc.), types of work (TW), sections of the channel, distinguished by the types of work performed on them, scope of work, etc. (UR), environmental safety criteria (SC).

The Bystre arm (UR-1) is characterized by a complex of technical, economic and environmental criteria: width, slight meandering of the channel and, most importantly, great depth reduce the volume of dredging works.

In the Starostambulskyi arm, the volume of dredging works is insignificant, and the damage to the bottom is 2.5% relative to the area of the channel of this section. This arm, together with the Kiliya arm, makes up the UR-2 section.

The width and predominant depths of the channel of the Kiliya arm meet the requirements for an international-class waterway. At the same time, the presence of overturning determines the need for significant dredging works.

The marine soil dump (UR-3) is intended for the storage (dumping) of soil removed during dredging operations in the bar area. The placement of the landfill is planned at a distance of 8 km from the coast, at a depth of more than 20 m, which minimizes the possibility of soil dispersion by sea currents. During the flood, the area of the landfill falls into the zone of avalanche deposition of suspended substances carried by the river runoff from the Bystre arm.

An integral element of any river-sea DWNF is a sea approachchannel. In the variant under consideration, the passage of ships through the area of the bar of the Bystre arm is ensured along the section of the SAC (UR-4).

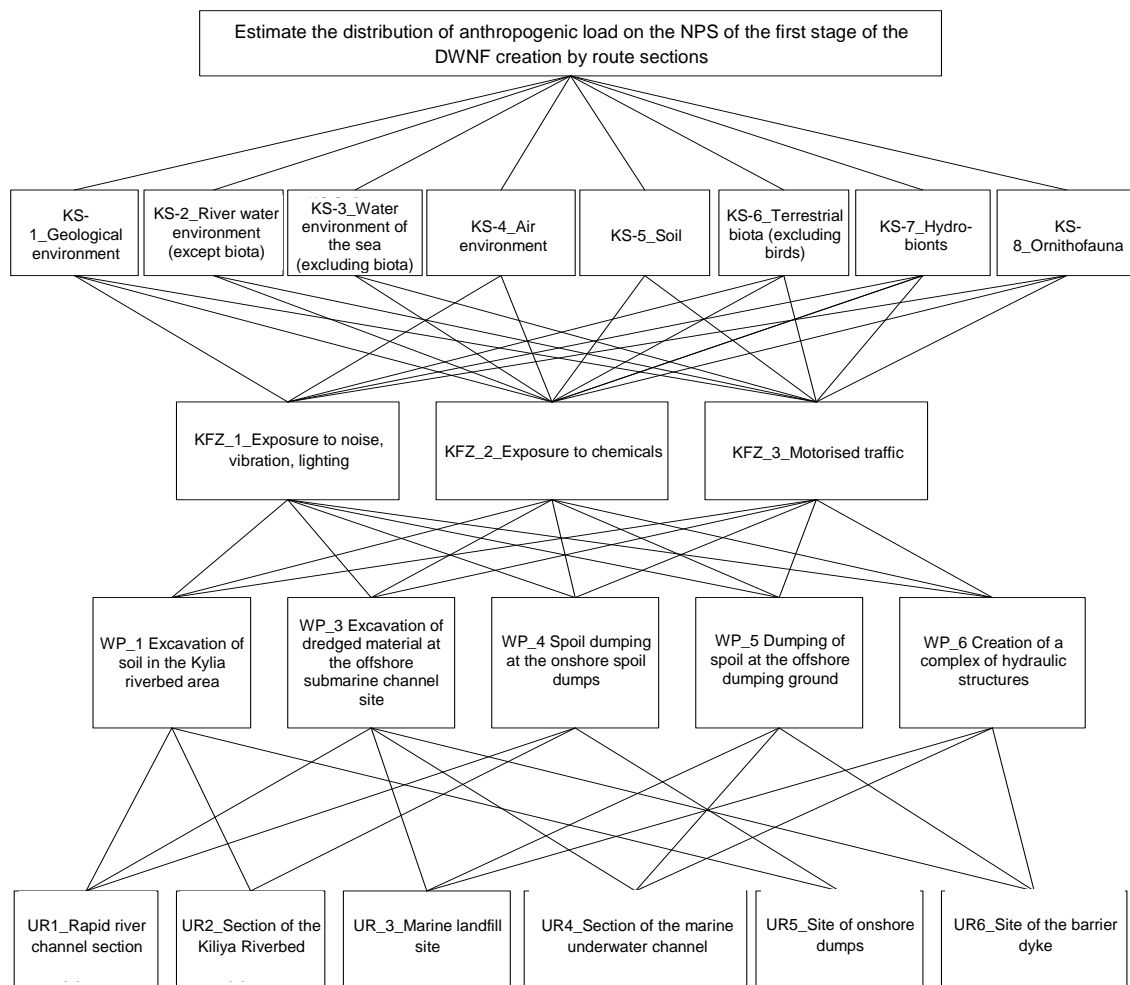
Coastal soil dumps (UR-5) are intended for storage of dredging soil in the area of the Kiliyskyi arm.

The location of coastal hydraulic dumps is related to the repair sites of existing reclamation fence structures (dams and embankments). The lands allocated for hydraulic dump are classified as inconvenient for use and allocated for temporary use.

The DWNF project envisages the embankment of the hydraulic dump area with dams and the installation of drainage channels and settling ponds to intercept the drained waters and divert them to existing watercourses.

Protective barrier dams (section UR-6), designed to minimize drifting of the sea approach channel and ensure the reliability and safety of navigation. Objects of sections UR-7 and UR-8 (jet-directing dam and shore fortification) are not considered as constituent elements of the assessment task, but their future impact is taken into account when making opinions on other elements.

The assessment of the distribution of the man-made load of the creation of the DWNF by sections of the route is considered according to the hierarchy (Fig. 5.1).



**Figure 5.1. Decomposition of the problem of distribution of the man-made load of the creation of DWNF on sections of the route**

At the first level of such a hierarchy is the goal: assessment of the distribution of man-made load on the environment by sections of the route. At the second level, there are sub-criteria of environmental safety - environmental factors (SC-1, SC-2, ..., SC-n), which, in fact, are subjected to man-made load. At the third level, there are criteria or complex factors of influence (CIF-1, CIF-2, ... , CIF-m), which reflect the different nature of influence (mechanical, physical, chemical, biological) on environmental factors. At the fourth level, factors are presented - types of work (TW-

1, TW-2, ... , TW-s), which form complex influencing factors. On the fifth level are actually the elements that are being compared - sections of the route (UR-1, UR-2, ... , UR-t).

The main sources of influence are: dredging works (TW-1, TW-2), soil storage (TW-3, TW-4), creation of a complex of hydraulic structures (TW-5). These sources of influence are manifested in the form of complex factors of influence: physical, chemical, mechanical (CIF-1, CIF-2, CIF-3).

Due to the complex factors of influence, the man-made load is transferred directly to the environmental components of SC-1 - SC-8.

To establish relationships between the elements of the levels, tables of characteristics of their interaction were developed (table. 5.9).

**Table 5.9 Characteristics of relationships between elements of the level of environmental components and the level of complex factors of influence**

<b>Top level item</b>	<b>Lower-level elements associated with the corresponding higher-level element</b>	<b>The content of the communication, which is taken into account in the evaluation of the CIF for the environmental component</b>
SC-1. Geological environment (including the bottom of the river and the sea)	CIF-1 Physical factors of influence (noise, vibration, lighting)	Change in the density of bottom soils under the influence of vibrations from the operation of mechanisms. Erosion of certain areas of the coast along the route of the DWNF due to the formation of waves from passing ships.
	CIF-2 The influence of chemicals	Pollution of the seabed in the area of the marine dump Changes in the morphometric parameters of the bottom and shores in the bar zone of the Bystre arm.
	CIF-3 Mechanical influences	Change in the morphometric parameters of the bottom of the arms (Kiliyskyi, Starostambulskyi). Intensification of sediment deposition processes in the arms of the delta. Redistribution of the involved sediments between the sleeves. Change in delta evolution processes. The transformation of the Ptashyna foreland is possible as a result of a reduction in along shore sediment transport under the influence of a protective dam. Destruction of quays under the influence of passing ships
SC-2. Water environment of the river (except biota)	CF-2 The influence of chemicals	A temporary increase in the concentration of suspended and dissolved impurities, a decrease in self-cleaning capacity, a deterioration of the oxygen regime in the water of the sleeves due to soil losses during dredging during the construction and operational period. Deterioration of the quality of ground and surface waters in the places where bottom sediments are dumped. An increase in the level of trophicity and a deterioration of the oxygen regime in the watercourses of the delta below



		the soil dumps. Penetration of a wedge of salty seawater into the mouth of the Bystre arm through the SAC slot.
	CF-3 Mechanical influences	Oil pollution during an accident. Change in the hydrological conditions of the arms of the delta (Kiliyskyi, Starostambulskyi, Bystre). Change in ecological conditions in certain areas of the sleeves due to the appearance of solid substrates. Changing the water regime is smooth.

**Continuation of the table. 5.9**

<b>Top level item</b>	<b>Lower-level elements associated with the corresponding higher-level element.</b>	<b>The content of the communication, which is taken into account in the evaluation of the CIF for the environmental component</b>
SC-3. Aquatic environment of the sea (except biota)	CF-2 The influence of chemicals	Local short-term pollution of the water environment in the area of soil dumping on a marine landfill. Local short-term pollution of the water environment in the bar zone due to soil losses during dredging
	CF-3 Mechanical influences	Change in the field of current velocities in the bar zone of the Bystre arm
SC-4. Air environment	CIF-1 Physical factors of influence (noise, vibration, lighting)	Noise during the operation of ship engines, construction mechanisms and auxiliary vessels.
	CIF-2 The influence of chemicals	Aerosol emissions of harmful substances during the operation of ship engines, construction mechanisms and auxiliary vessels, as well as during accidents accompanied by fire or explosion on passing ships.
SC-5. Soils	CIF-2 The influence of chemicals	Chemicals leached from coastal sediment dumps can lead to soil degradation.
	CIF-3 Mechanical influences	Temporary removal of land for coastal dumps. Change in the natural conditions of soil formation.
SC-6. Terrestrial biota without	CIF-1 Physical factors of influence (noise, vibration, lighting)	The effect of noise that scares animals, working mechanisms, signals and lighting from passing vessels. Frightening effect of explosion and fire during an accident.

	CIF-2 The influence of chemicals	Deterrent effect on animals of aerosol emissions from working mechanisms, engines of passing ships
	CIF-3 Mechanical influences	As a result of the alienation of the territory under the dumps, the area of natural habitat of animals decreases, and the conditions of their existence deteriorate.
SC-7. Hydrobionts	CIF-1 Physical factors of influence (noise, vibration, lighting)	Dissuasive effects on the ichthyofauna of vibrations and noises from the operation of mechanisms and engines of ships

End of table. 5.9

Top level item	Lower-level elements associated with the corresponding higher-level element.	The content of the communication, which is taken into account in the evaluation of the CIF for the environmental component
	CIF-2 The influence of chemicals	Toxic effects on hydrobionts of fine-dispersed suspension with adsorbed pollutants as a result of soil loss during dredging, as a result of dumping on a marine landfill, as a result of possible inflow of oil products during shipwrecks. Reduction of productivity of phytoplankton and phytobenthos in areas of increased turbidity. As a result of the increase in the inflow of salty seawater into the channel, the probability of degradation of the existing and formation of a new complex of benthic organisms; care of rare and endemic fish is possible. The possibility of toxic effects on hydrobionts in the watercourse below the soil dumps.
	CIF-3 Mechanical influences	Destruction of benthic organisms in the deepening areas of the bottom and in dumping sites. Reduction of fish feed base and loss of part of spawning grounds; disruption of along-shore feeding migrations due to the creation of a complex of hydrotechnical structures.
SC-8. Ornitofauna	CIF-1 Physical factors of influence (noise, vibration, lighting)	Dissuasive effects of noise and lighting during dredging, soil dumping, and passage of ships. Dissuasive effects of an explosion, fire during an accident.
	CIF-2 The influence of chemicals	Deterrent effects of aerosol emissions from working mechanisms.
	CIF-3 Mechanical influences	Probability of loss of safe nesting sites for protected bird species in coastal delta areas due to bar zone operations. Loss of habitats of protected bird species due to erosion of quays under the influence of waves from passing ships.

		Loss of habitats due to the possibility of local erosion of the banks of the Bystre arm due to an increase in the speed of the current.
--	--	---

For the constructed hierarchy, a large number of matrices of pairwise comparisons are formed sequentially from top to bottom by performing assessments at each level (Table. 5.11) in accordance with the conditions of the environmental safety management tasks of DWNF (see table. 5.10).

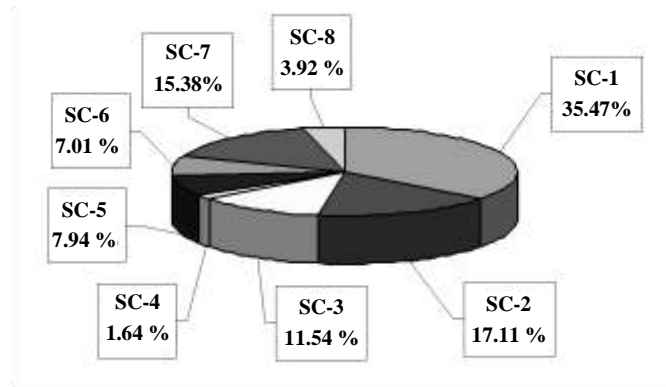
**Table 5.10 Conditions for the tasks of assessing the impact of man-made load of DWNF**

<b>Characteristics of the condition</b>
1. Ranking of environmental factors by the magnitude of the impacts caused to them
2. Ranking of environmental factors depending on the components of the environment in which they spread
3. Ranking of types of work depending on complex factors of influence
4. Ranking of DWNF sites depending on the types of work carried out on them
5. Ranking of indicators that characterize complex factors of influence, taking into account the reaction of the environment and environmental protection measures
6. Ranking of the possible final consequences of impacts on sections of the route

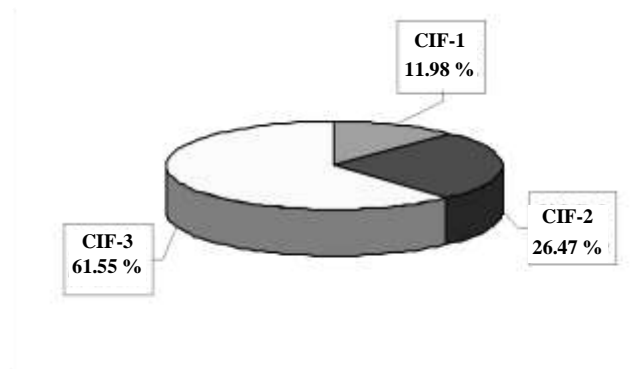
**Table 5.11 Evaluations performed by hierarchy levels (Fig. 5.1)**

<b>Hierarchy level</b>	<b>Content of the assessment</b>
2 SC	How man-made load is perceived by each component of the environment
3 CIF	How, through each complex factor of influence, the man-made load is transferred to the corresponding components of the environment
4 TW	How each type of work forms complex influencing factors
5 UR	How each section of the route is affected by the analysed type of work

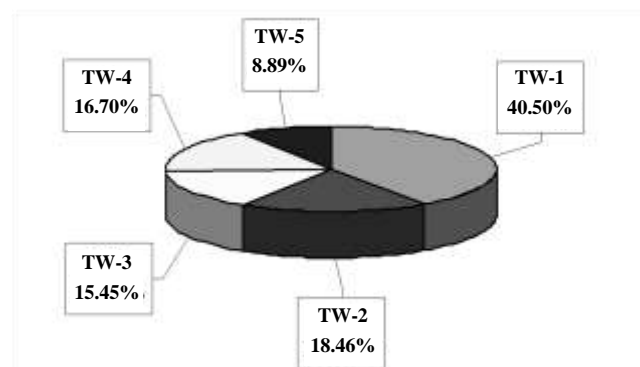
As a result of the hierarchical synthesis, at each level of the hierarchy, the elements on which the main man-made load is directed are selected (Fig. 5.2 – 5.5).



**Figure 5.2. Diagram of the distribution of man-made load of the stage construction by environmental factors**



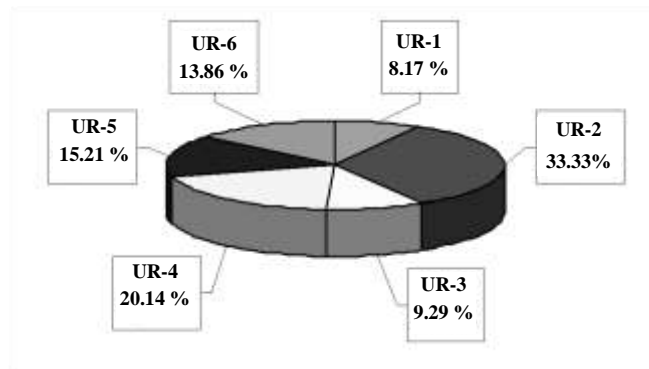
**Figure 5.3. Diagram of the distribution of man-made load of the stage construction by complex factors of influence**



**Figure 5.4. Diagram of the distribution of man-made load of the stage construction by types of work**

From the above estimates (Fig. 5.2) it follows that the geological environment (35.47%), the water environment of the river (17.11%) and the water environment of the sea (11.54%) are most affected by technogenic load. The load is transmitted mainly through mechanical influences (61.55%) (Fig. 5.3). The largest source of impacts is the excavation of soil in the area of the channel

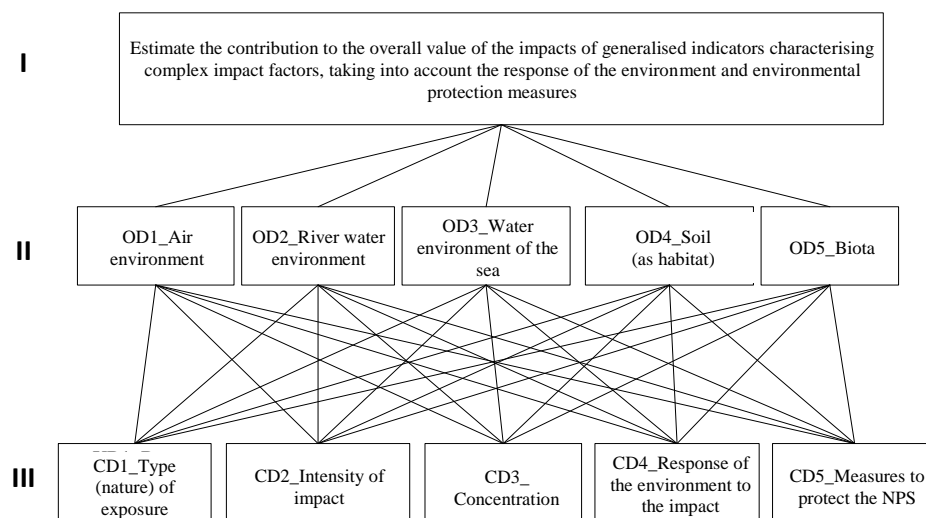
of the Kiliya arm (40.5%) (Fig. 5.4). And, finally, the section of the route, on which the man-made load will be maximum, is the section of the bed of the Kiliya arm (33.33%) (Fig. 5.5).



**Figure 5.5. Diagram of the generalized assessment of the distribution of the man-made load of the construction stage by sections of the route**

At the next stage of the study, the final consequences of impacts on sections of the route are assessed. To solve this problem, a hierarchy structure based on the distribution of man-made load is used (Fig. 5.1), replacing the goal with a new one: assessment of the distribution of the final effects of the impact on sections of the route, taking into account the reaction of the environment and environmental protection measures and conditions 5, 6 of table. 5.10.

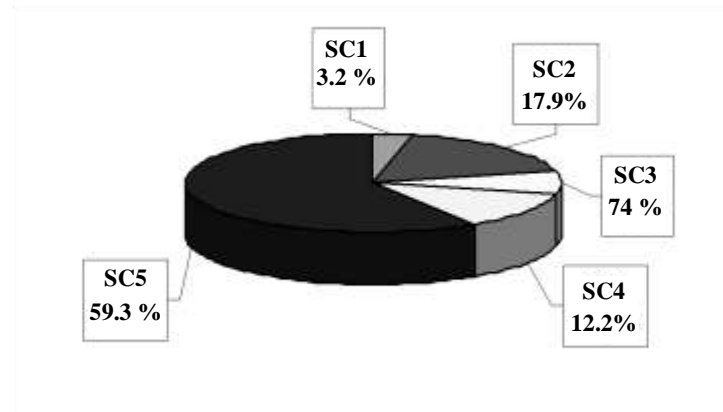
For reasoned opinions in such a formulation, an intermediate problem is solved: assessment of the contribution to the total value of the effects of the generalizing indicators, which characterize the complex factors of the effects, taking into account the reaction of the environment and environmental protection measures (Fig. 5.6).



**Figure 5.6. Decomposition of the task of assessing the significance of the characteristics of complex factors of influence depending on the component of the distribution medium**

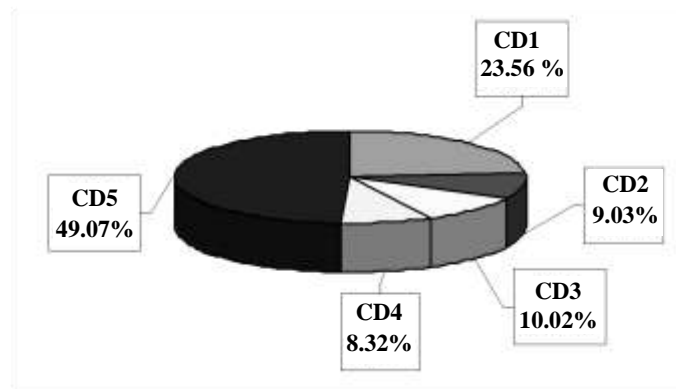
The solution of this problem allows to determine priority factors of the environment in relation to sensitivity to complex factors of influence (Fig. 5.7). These are primarily biota (priority

is 59.2%), water environment of the river (17.9%) and soil as a living environment (12.1%).



**Figure 5.7. Distribution of environmental factors by sensitivity to complex factors of influence**

Analysis of the values of the global priorities of the elements of the hierarchy of the task under consideration (Fig. 5.8), allows us to single out the greatest significance in the total amount of impacts of nature protection measures (49.07%) and the type (nature) of impacts (23.56%).



**Figure 5.8 Distribution of the importance of indicators characterizing complex factors of influence, taking into account the reaction of the environment and the presence of environmental protection measures, for the construction stage**

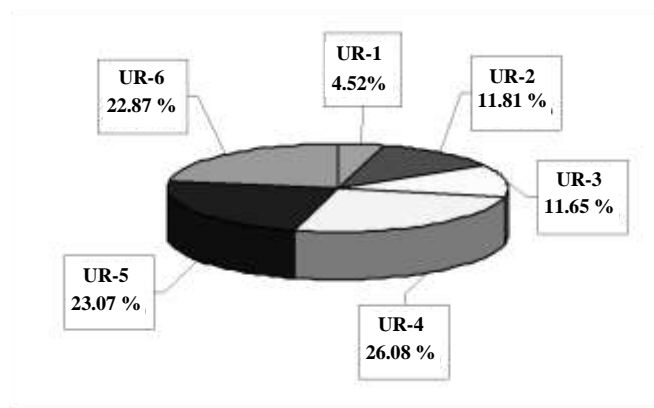
Taking into account this information, the task of assessing the distribution of the final consequences of impacts is solved (Fig. 5.9). The assessment questions for this task are as follows.

Level of SC criteria: in which of the components of the environment being compared, the final effects will be more pronounced.

Level of CIF: which of the complex impact factors compared is more significant relative to the final consequences for this component of the environment.

TW level: for the considered complex impact factor, which of the types of works being compared will manifest itself more in the final consequences.

Level of sections of the track: on which of the sections of the route being compared (RR), the final consequences will be more pronounced depending on the type of work.



**Figure 5.9 Distribution of the final effects of impacts on sections of the route, taking into account the reaction of the environment and environmental protection measures**

The priorities for the distribution of the final consequences of impacts on sections of the route (Fig. 5.9): the section of the sea approach channel - 26.08%, the section of coastal dumps - 23.07%; the section of the protective dam - 22.87%.

The received priorities can serve as initial information for making opinions in environmental safety management tasks during the construction and operational period.

During the operational period, outside the areas where repair work is carried out to maintain the design depths of the DWNF, the main sources of emissions of pollutants and greenhouse gases and acoustic impact are cargo ships passing through the waterway. These sources are not related to man-made load factors directly related to the planned activity, since shipping in the Ukrainian part of the Danube Delta is a traditional type of economic activity. But the impacts of shipping must be taken into account when assessing the cumulative impact of the planned activity and other activities on the environment. Therefore, the calculations and assessment of the impact of emissions and noise from ships passing through the DWNF, in the most vulnerable section between Vylkove and the mouth of the Bystre arm, are considered in section 5.5.

#### 5.4 Possible impact due to risks to human health, cultural heritage sites and the environment, including due to the possibility of emergency situations

Serious negative impacts on the environment can be caused by accidents on ships passing through the DWNF. At the same time, the most large-scale impact on the delta biota can have a strong fire or an explosion on a ship transporting hazardous chemical substances (HCS). In the open sea, such a serious accident usually leads to the death of the vessel.

In 1963, the tonnage of the world fleet (vessels of more than 1,000 registered (registered) gross tons) was 198 million tons, including: dry cargo ships - 88 million tons, oil tankers - 44 million tons, ships with bulk cargo - 24 million tons, passenger and refrigerated ships - 42 million tons [21]. That is, there was about  $1.98 \cdot 10^5$  vessels per 1,000 regs. t gross. At that time, an average of 426 fires occurred on ships per year (table 5.12) [22]. The probability of a ship fire was approximately  $2.1 \cdot 10^{-3}$ .

The greatest danger to the reserve's biota can be shipwrecks within the Starostambulskyi and Bystre arms, which lead to salvo emissions of gaseous toxic substances into the surface layer of the atmosphere.

**Table 5.12 - Statistics of fires on sea vessels for 1958-1961**

The place of the fire	Number of fires on ships			
	1958	1959	1960	1961
In the open sea	109	106	109	168
During ship repair	36	63	48	51
During berthing time in ports	234	259	262	261
<b>Total</b>	<b>379</b>	<b>428</b>	<b>419</b>	<b>480</b>

Taking into account that about 5% of ships died in fires [22], the probability of the death of a ship from a fire  $IN_p$  can be accepted  $1.05 \cdot 10^{-4}$ . According to the classification adopted in Ukraine (table 5.13) [23, 24] the level of technogenic risk of such an event is assessed as "acceptable".

**Table 5.13 - Classification of risk levels**

Category	Evaluation of levels	Risk
1	Safe	$< 10^{-4}$
2	Acceptable	$10^{-4}$
3	Hazardous	$10^{-3}$
4	Extremely hazardous	$> 10^{-3}$



The probability of a major ship accident caused by a fire or explosion  $E_a$  on the section of the highway route crossing the territory of the DBR, under conditions independent of the location of the vessel, the effect of factors leading to accidents is determined by the formula

$E_a = E_f \cdot E_s$ , where  $E_{with}$  – the probability of the vessel being at the station. The length of the DWNF section from the sea approach channel to the western edge of the island. Yermakiv is 33 km, the speed of movement is assumed to be as limited as possible - 7 knots, i.e. 13 km/h. At the same time, the passage of the vessel through the station takes 2.54 hours. Taking into account that the expected number of vessel passages is 569...1700 per year or 2...5 units/day, the time of the vessel's stay at the site will be  $(2...5) \cdot 2.54 = 5.08...12.7$  hours or 0.21...0.53 days. That is,  $E_s = 0.21...0.53$ .

**Under these conditions, the probability of a serious accident  $E_a$  in the area where it would cause the greatest damage to the reserve, is  $(2.2...5.6) \cdot 10^{-5}$  and corresponds to a safe level of risk.**

The probability of a fire or explosion occurring on a ship carrying HCS will be even lower. In the absence of reliable statistics of such accidents, it is possible to accept with a sufficient degree of reliability the probability of an accident on a vessel carrying HCS in the section of the DWNF under consideration, **at the level of  $<1 \cdot 10^{-5}$ , which corresponds to the safe level of risk accepted both in Ukraine and abroad.** This value can be clarified with the receipt of information on the composition and volume of cargo on vessels passing through the DWNF.

*When choosing a scenario of a calculated ship accident and methods of assessing its consequences for the delta* it is necessary to take into account that the main factors of its impact on the environment are volley discharge into water and emission of pollutants into the atmosphere. The discharge of liquid chemicals primarily affects the state of the aquatic ecosystem. In the case of the analysed section of the DWNF, where the riverbed is separated from the adjacent areas of the floodplains by barriers - dykes, the volume of water polluted as a result of the accident will first be taken to the sea, only from there some of the pollutants can enter the floodplains. At the same time, the higher upstream the place of the accident is located, the more extensive are its negative consequences, as the number of arms of the delta, through which pollution spreads, increases accordingly.

Therefore, considering the possible consequences of a hypothetical chemical accident with an epicentre within the limits of the DBR, primary attention should be paid to atmospheric air pollution, which spreads over large areas. As a rule, during a ship fire, the main components of the emission are carbon dioxide  $CO_2$  and CO oxide, which affect biota much less than sulfur and nitrogen oxides (mainly  $SO_2$  and  $NO_2$ ). The period of influence of combustion products on biota

during a fire on a ship is quite short. **At the same time, excessive impacts can occur only on the territory directly adjacent to the epicentre.**

In the conditions of DWNF, the most serious consequences for biota have *release into the air of a cloud of HCS as a result of spillage and evaporation during high-temperature destruction of structures or an explosion.*

To analyse the consequences of such an event, the current method [25] of forecasting the extent of pollution in accidents with HCS at industrial facilities, automobile, **river**, railway and pipeline transport, as well as **by sea transport in case the HCS cloud reaches the coastal zone.**

The methodology is used only for HCS, which are stored in a gaseous or liquid state, at the moment of spillage or emission, they change into a gaseous state and create a primary or secondary cloud of HCS.

The primary cloud of HCS forms the vapor-like part of HCS, which is in any container above the surface of liquid HCS and is released into the atmosphere directly when the container collapses without surface evaporation.

A secondary cloud of HCS occurs over a certain period of time as a result of the evaporation of liquid HCS from the underlying surface (for volatile substances, the time for the formation of a secondary cloud after the end of the primary action is absent, for other substances it depends on the properties of HCS, the state of collapse and air temperature).

According to the method, the zone of possible pollution (ZPCP) is determined - the territory within which, under the influence of a change in the wind direction, the movement of a cloud of hazardous chemical substances with dangerous concentrations may occur. The parameters of the predicted zone of chemical pollution (PZCP) are calculated within the boundaries of the ZPCP. The parameters of the PZCP are the depth of the predicted zone of chemical contamination  $D_{PZCP}$  and the square of this zone  $S_{PZCP}$ .

The approach time of the HCS cloud to the given object and the duration of the pollution source are also calculated.

*When determining the HCS for assessing the impact on the biota of the DBR* it should be taken into account that although the list of substances that have a negative effect on biota largely coincides with the list of substances harmful to the population, the priorities are fundamentally different. Chlorine, sulfur and nitrogen compounds have the most negative effect on vegetation.

**Chlorine ( $Cl_2$ )** affects vegetation in various forms: gaseous chlorine, gaseous hydrogen chloride, hydrochloric acid salts, etc. Chlorine compounds cause deep structural and functional disorders in living organisms, are toxic to humans. Chloride deposits cause irreversible damage to forests - from leaf necrosis to complete plant death.

**Sulfur oxides** are the most toxic to plants among harmful sulfur compounds, which also include hydrogen sulfide and carbon sulfide. Time of self-purification of atmospheric air from  $\text{SO}_2$  exceeds 10 hours.

**Sulfur dioxide ( $\text{SO}_2$ )**, which is the main gaseous sulfur compound in combustion products, is stored in dry clean air for 2...4 or more days. Destruction of  $\text{SO}_2$  in the atmosphere occurs under the action of ultraviolet radiation (290...400 nm) with the formation of sulfur dioxide  $\text{SO}_3$ . At high humidity and in the presence of solid substances that catalyze oxidation, the half-life of reactions is 10...20 minutes. During this time half  $\text{SO}_2$  is converted to  $\text{SO}_3$  trioxide. However, according to the kinetics of this reaction, complete oxidation of the second half may take from several hours to several days.

The mechanism of plant  $\text{SO}_2$  intoxication very difficult The pollutant enters the trees through the leaf pores, as well as through the kidneys, bark and other parts. Absorbed gas accumulates in the tips of leaves and needles. It is believed that the main role is played by an excessive amount of oxidized forms of sulfur, a violation of their balance with reduced forms and an effect on vital enzymes. At the same time, the mineral composition of the green mass changes - the content of calcium, potassium, magnesium and iron increases, and chlorophyll decomposes.

Nitrogen oxide -  $\text{NO}_x$ . Directly in the process of fuel combustion,  $\text{NO}$  is formed, which is quickly further oxidized into  $\text{NO}_2$  in the air. When calculating emissions of nitrogen compounds  $\text{NO}_x$  are referred to  $\text{NO}_2$ . In the process of gas-phase reactions, after approximately 10 hours, nitrogen oxides are transformed into nitric acid. Part of it is neutralized with ammonia.

Being absorbed by the leaves, nitrogen oxides disturb the metabolism and worsen the forage properties of plants. Quite small concentrations of nitrogen oxides in the air can destroy the green mass of sensitive plants.

When establishing the maximum allowable concentrations of the above-mentioned substances for vegetation, it is recommended to use two times stricter MPC than the population. The list of recommended MPC of harmful substances in the air according to the criterion of harmfulness to biota is given in table 5.14.

#### ***Output data for forecasting.***

According to the methodology [25], in peacetime, in the absence of a natural or anthropogenic disaster, forecasting is carried out for a project accident.

In such an accident, the maximum one-time mass of the HCS ( $\text{MHCS}_{\text{mo-t}}$ ) is equal to 70% of the amount of HCS in a single maximum technological capacity. The passport volume of the container is accepted as 60 tons, from where  $\text{MHCS}_{\text{mo-t}} = 42 \text{ t}$ .

**Table 5.14 – List of recommended MPC of pollutants in the air according to the criterion of harmfulness to biota [59, 60, 88].**

Substance *	Maximum single maximum permissible concentrations (MPC <sub>mo-t</sub> ) and average daily (MPC <sub>ad</sub> ), mg/m <sup>3</sup>					
	biosphere		vegetation		trees	
	MPC <sub>mo-t</sub>	MPC <sub>ad</sub>	MPC <sub>mo-t</sub>	MPC <sub>ad</sub>	MPC <sub>mo-t</sub>	MPC <sub>ad</sub>
<b>F</b>	0.020	0.003	-	-	0.020	0.003
<b>HCHO</b>	0.020	0.003	0.020	-	0.020	0.003
<b>Cl<sub>2</sub></b>	0.025	0.015	0.025	-	0.025	0.015
<b>SO<sub>2</sub></b>	0.020	0.015	0.020	-	0.300	0.015
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.040	0.020	-	0.02	0.040	0.040
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	0.100	0.030	0.100	-	0.100	0.030
<b>NH<sub>3</sub></b>	0.050	0.040	0.050	-	0.100	0.040
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	0.100	0.050	0.100	-	0.100	0.050
<b>O<sub>3</sub></b>	0.100	-	0.100	-	-	-
<b>Dust</b>	0.200	0.050	0.200	0.05	0.200	0.050
<b>CO</b>	1.000	1.000	3.000	-	3.000	1.000
<b>H<sub>2</sub>S</b>	0.080	0.080	0.080	-	0.080	0.080
<b>CH<sub>4</sub>O</b>	0.200	0.100	0.200	-	0.200	0.100
<b>C<sub>6</sub>H<sub>12</sub></b>	0.200	0.200	0.200	-	0.200	0.200

\* F – fluorides (for fluorine); HCHO – formaldehyde; Cl<sub>2</sub> - molecular chlorine; NO<sub>2</sub> – nitrogen dioxide; CO – carbon oxide; SO<sub>2</sub> – sulfur dioxide; C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – benzole; H<sub>2</sub>S – hydrogen sulfide; NH<sub>3</sub> – ammonia; dust - suspended undifferentiated air substances; CH<sub>4</sub>O – methanol; C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> – cyclohexane; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - sulfuric acid; O<sub>3</sub> - ozone

It is accepted to pour HCS "into a pallet" or "freely" - depending on the conditions (in the mode of pouring "into a pallet" HCS is poured over the surface within the boundaries of a layer  $h_{\text{hist}} = (H_{\text{wall}} - 0.2) \text{ m}$ , where  $H_{\text{wall}}$  - height of bulwark (tab. 5.15).

**Table 5.15 – coefficients  $C_{\text{wall}}$  decrease in the depth of the spread of the HCS cloud during pouring "freely" and "into a underpan"**

HCS		The height of the embankment $H_{\text{wall}}$ , m			
		$\leq 0.05$	1.0	2.0	3.0
chlorine	<b>Cl<sub>2</sub></b>	1.0	0.48	0.42	0.40
ammonia	<b>NH<sub>3</sub></b>	1.0	0.50	0.45	0.43
formaldehyde	<b>HCHO</b>	1.0	0.48	0.43	0.40
sulfuric anhydride	<b>SO<sub>3</sub></b>	1.0	0.40	0.33	0.32
hydrogen sulfide	<b>H<sub>2</sub>S</b>	1.0	0.63	-	-
hydrochloric acid	<b>HCl</b>	1.0	0.22	0.14	0.10
chlorpicrin	<b>CCl<sub>3</sub>NO<sub>2</sub></b>	1.0	0.19	0.11	0.09

Accepted following *meteorological parameters*:

$U_w = 1 \text{ m/s}$  - wind speed in the surface layer;

$T = + 20 \text{ }^\circ\text{C}$  - air temperature;

**DVSA** - the degree of vertical stability of the air - inversion is accepted, the direction of the wind is not taken into account, and the spread of the cloud of polluted air in the circle [25].

In the case of vertical obstacles, the depth of spread of the cloud of polluted air is reduced by the corresponding coefficients for every 1 km of these zones (table. 5.16).

**Table 5.16 - Reduction of the depth of spread of the cloud of polluted air  $K_{\text{ter}}$  and a multiplier that depends on the degree of vertical stability of the air  $K_{\text{DVSA}}$**

Condition of surface layer of air		$\times K_{\text{DVSA}}$	$\times K_{\text{ter}}$ (subtracted)		
			biota	village	city
<b>inversion</b>	$T_{s,s} < T_{s2}$	0.081	1.8	3.0	3.5
<b>isotherm</b>	$T_{s,s} = T_{s2}$	0.133	1.7	2.5	3.0
<b>convection</b>	$T_{s,s} > T_{s2}$	0.235	1.5	2.0	3.0

Notes:  $T_{s,s}$  – soil surface temperature;  $T_{s2}$  – air temperature at a height of 2 m from the surface.

All calculations are performed on time **no more than 4 hours**. After determining the estimated depth of the zone of chemical pollution,  $D_{\text{calc}}$  taking into account all coefficients, the obtained value is compared with the maximum value of air mass transfer in 4 hours:

$$D_{\text{max}} = 4V_{\text{fr}}$$

where  $D_{\text{max}}$  - maximum depth of the zone;

$V_{\text{fr}}$  - speed of transfer of the front of the polluted air depending on the wind speed  $U_w$  [83], km/h.

Dependencies  $V_{\text{fr}}(U_w)$  according to the table 2 Methods [83]:

inversion  $V_{\text{fr}} = 5.3 U_w \text{ (m/s)} - 0.3, \text{ km/h};$

isotherm  $V_{\text{fr}} = 5.9 U_w \text{ (m/s)} - 0.1, \text{ km/h};$

convection  $V_{\text{fr}} = 7.0 U_w \text{ (m/s)}, \text{ km/h}$

For the accepted normative conditions, the wind speed in the surface layer  $U_w = 1 \text{ m/s}$  against the background of inversion  $V_{\text{fr}} = 5.3 U_w \text{ (m/s)} - 0.3 = 5.3 \cdot 1.0 - 0.3 = 5.0 \text{ km/h}.$

$$D_{\text{max}} = 4.0 \text{ (hours)} \cdot V_{\text{fr}} \text{ (km/h)} = 4.0 \cdot 5.0 = 20.0 \text{ km}.$$

are compared  $D_{\text{calc}}$  and  $D_{\text{max}}$  and the smaller of the two values is taken, i.e  $D_{\text{PZCP}} = \min\{D_{\text{max}}, D_{\text{calc}}\}.$

For calculations  $D_{\text{calc}}$  of different HCS, the value of the depth of HCS cloud spread, which corresponds to the conditions under which the HCS accident occurred (wind speed, DVSA, air temperature, number of HCSs), is multiplied by the coefficient obtained [25] for this HCS.

### **Prediction results**

Taking into account the mode of pouring "into an underpan" with the height of the collapse  $H_{\text{hist}} = 1...3$  m, we accept the coefficients of collapse  $K_{\text{wall}}$  according to the table 7.8. Reduction of the depth of spread of the cloud of polluted air  $K_{\text{ter}}$  (tab. 5.17) in the presence of scattered forest strips with a total width of 3 km is  $dD = 3$  (km)  $\cdot$  1.8 = - 5.4 km;

The depth of the contamination zone  $D_{\text{distr}}$  hazardous for biota compounds of chlorine, sulfur and nitrogen [25] when spilling 42 tons of the corresponding substance is predicted to be 0.9...17.0 km (Table 5.33).

**Table 5.17 – Estimated depth of the contamination zone  $D_{\text{distr}}$  according to the initial data:  $M_{\text{HCS}_{\text{mo-t}}} = 42$  tons; wind speed  $U_a = 1$  m/s;  $T = + 20$  °C**

HCS	Formula	D	$K_{\text{wall}}$	$D_{\text{distr}}$	Methodology table No. [83]
		km		-	
chlorine	$\text{Cl}_2$	47.1	0.48	<b>17.2</b>	table 8
sulfuric anhydride	$\text{SO}_3$	23.6	0.40	<b>4.0</b>	table 11
hydrochloric acid	$\text{HCl}$	19.1	0.22	<b>0.6</b>	table 14
nitrogen oxides	$\text{NO}_x$	13.2	0.48	<b>0.9</b>	table 8; table 20
hydrogen sulfide	$\text{H}_2\text{S}$	6.2	0.63	<b>0.3</b>	table 11
carbon disulfide	$\text{CS}_2$	2.9	0.63	<b>0.1</b>	table 14

According to the methodology, the area of the predicted zone of chemical pollution (PZCP) of biota with chlorine, sulfur and nitrogen compounds is  $S_{\text{pzcp}} = 0.11 D_{\text{distr}}^2 = 0.09...32.5$  km<sup>2</sup>.

**This area does not exceed 6.5% of the DBR area. This scale of impact of the accident, taking into account the very low degree of its risk, can be considered acceptable.**

The materials presented in the previous subsections certify that, with the exception of very unlikely cases of large-scale accidents, the planned activity will not cause a negative impact on the health of the population and does not carry significant risks for the health of an individual. Let's prove it using the example of assessing individual carcinogenic effects.

The risk of developing individual carcinogenic reactions ( $\text{ICR}_i$ ) from substances that have a carcinogenic effect is calculated according to the formula:

$ICR_i = C_i \times UR_i$ , where

$C_i$  – calculated average annual concentration  $i$ -th substance,  $mg/m^3$  on the border of residential buildings;

$UR_i$  – single carcinogenic risk  $i$ -th substance,  $m^3/mg$  (Amendment 1 to DBN A.2.2-1-2003).

In accordance with methodological recommendations for assessing the risk to public health from atmospheric air pollution MP 2.2.12-142-2007, the calculation of individual carcinogenic risk was carried out under the condition of using data on the amount of exposure and the values of factors of carcinogenic potential.

Only benzo(a)pyrene belongs to the carcinogenic substances polluting the atmospheric air emitted during dredging operations, during the construction of the Northern protective dam and the jet-stressed structure and coastal fortifications, during the construction of the continuation of the Southern and Northern dams.

During the construction of hydrotechnical structures, mechanisms and watercraft will be located at a distance of four or more kilometres from residential buildings in populated areas.

When dredging the roll-overs of the channel of the Kiliya arm, the dredging equipment may occasionally approach the settlements located along the shores.

It is not advisable to characterize the risk of developing carcinogenic effects for benz(a)pyrene, because the increase in average annual concentrations of substances at the border of residential buildings of settlements, from the mentioned mobile sources, is too small.

**Therefore, the carcinogenic risk to human health due to the influence of air polluting substances contained in the emissions of construction machines and mechanisms during the reconstruction of DWNF can be considered acceptable.**

**5.5. The possible impact caused by the cumulative impact of other existing facilities, planned activities and facilities for which a decision on the implementation of the planned activity has been received, taking into account all existing environmental problems associated with territories of special environmental importance, which may influence spread or on which the use of natural resources can be carried out**

The problem of assessing the effects on biological objects of the deep-water Danube river - Black sea passage in case of their cumulation is considered taking into account the above (Fig. 5.11) significance of biotic criteria. This problem is particularly relevant due to the fact that the DWNF route passes through the Ukrainian section of the delta of the river. The Danube is adjacent to the territory of the Danube Biosphere Reserve, which is part of the bilateral Romanian-Ukrainian reserve "Danube Delta". According to the Ramsar Convention, the unique wetland biocenoses of the Danube Delta are classified as particularly sensitive to anthropogenic impacts and as requiring

special protection. In accordance with the Espoo Convention, all possible long-term impacts on biota in the area of the DWNF route should be considered as transboundary.

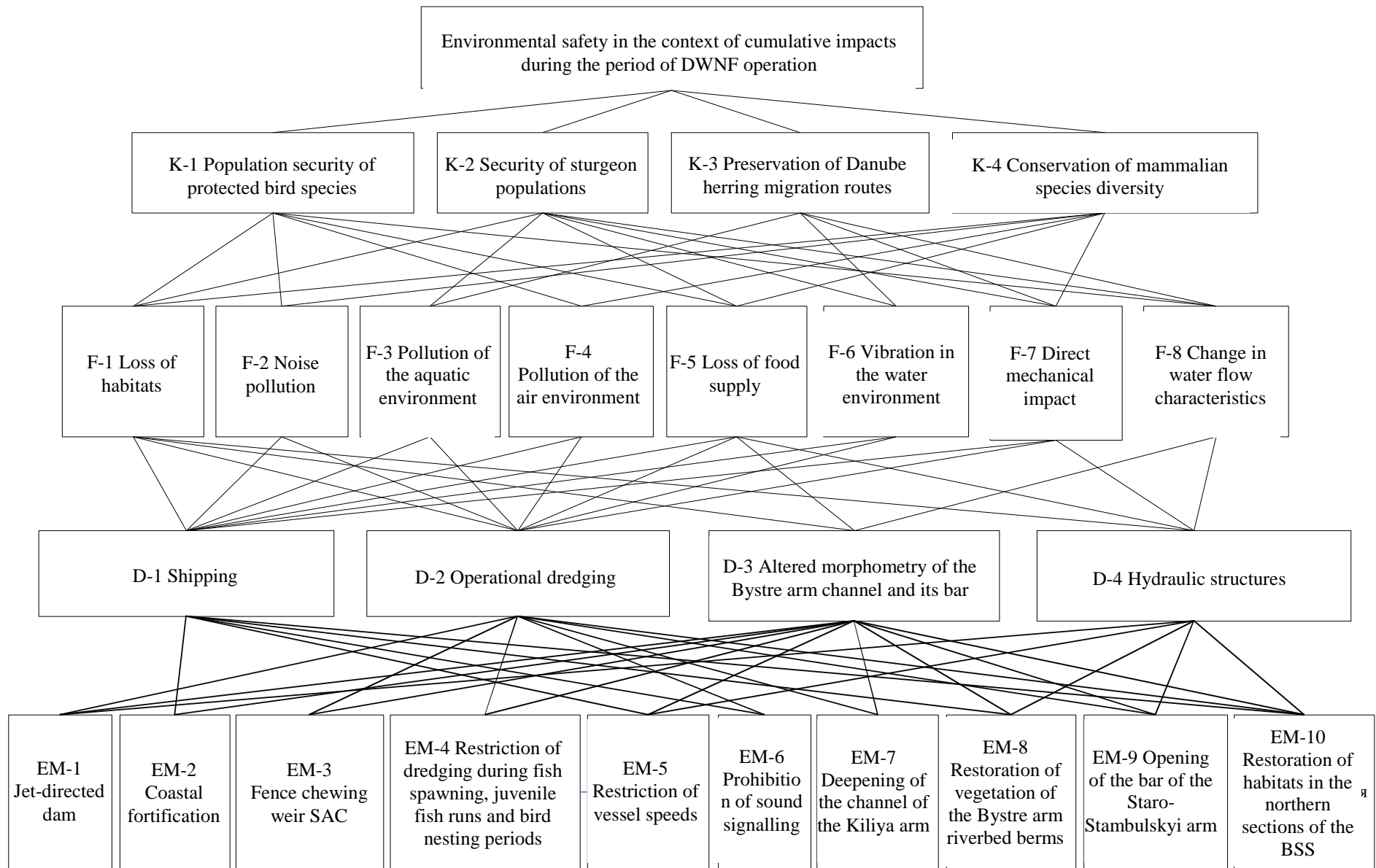
At the same time, it should be borne in mind that long-term negative environmental consequences can be caused both by factors of impacts that are repeated and directly related to the operation of DWNF (shipping and repair dredging), and by factors of permanent impacts (changed morphological and hydrological parameters of the arms and adjacent areas of the coast) arising as a result of works during the construction period: dredging in the rolling arms and in the area of the sea bar, creation of hydrotechnical structures.

The task of the analysis is to determine the most significant factors and sources of cumulative impacts on the biota for the period of reconstruction and operation of the DWNF and, accordingly, the most effective environmental protection measures for their minimization in accordance with the main goal: environmental safety of the building during operation.

Below, the decomposition of the problem is performed and a multi-level hierarchy is built (Fig. 5.15).

Connections between the levels of the hierarchy - goal, criteria, factors, sources and environmental protection measures are shown in the table. 5.18.





**Figure 5.15 Hierarchical structure of the task of managing the environmental safety of DWNF during the reconstruction period in conditions of cumulation of impacts on biota**

**Table 5.18 Characterization of relationships between elements of adjacent levels of the hierarchy for the purpose of assessing the environmental safety of DWNF during operation under the conditions of cumulation of impacts**

<b>Top level item</b>	<b>Lower-level elements related to the corresponding higher-level element</b>	<b>Explanation of the essence of the connection</b>
<p>Connections between the goal and the elements of the level of environmental safety criteria of DWNF (as the ecological safety of the DWNF during the period of operation in the conditions of cumulation of the impacts of shipping, loss of habitats and/or disturbance is determined by separate criteria C for the environmental safety of the DWNF)</p>		
<p>Ecological safety of DWNF during operation in the conditions of cumulation of impacts</p>	<p>C-1 Safety of populations of protected bird species</p>	<p>Populations of waterfowl and near-water birds are the most valuable component of the animal world of delta of the river Danube. Protected species occupy a prominent place among the total bird species diversity of the delta. Populations of these birds in the zone of influence of the DWNF have increased sensitivity to all factors of influence during its operation. Thus, the safety of populations of protected bird species is the most important criterion for the environmental safety of DWNF during the period of operation in the conditions of cumulation of impacts.</p>
	<p>C-2 Safety of sturgeon populations</p>	<p>river Danube is the last river in the Black Sea basin, where the natural cycle of sturgeon reproduction is carried out. Bystre arm is one of the main routes of their migration. Adult individuals of sturgeon during the spawning migration period and juveniles during the spawning and grazing period are quite sensitive to the factors of influence during the operation of the DWNF.</p>
<p>operation in the conditions</p>	<p>C-2 Safety of sturgeon populations</p>	<p>Thus, the safety of sturgeon populations is an important criterion for the environmental safety of DWNF during the period of operation under the conditions of cumulation of impacts.</p>

	<p>C-3 Preservation of Danube herring migration routes</p>	<p>The Danube herring is a Danube endemic and the most massive species of passing fish in the delta of the river Danube occupies a leading place in commercial fishing in the Danube region.</p> <p>Bystre arm is one of the main routes of its migration. Adult specimens of the Danube herring during the spawning migration period and juveniles during the spawning period are quite sensitive to the impact factors during the operation of the DWNF.</p> <p>Thus, the safety of preservation of migration routes of the Danube herring is an important criterion for the ecological safety of the DWNF during the period of operation under the conditions of cumulative impact.</p>
	<p>C-4 Preservation of species diversity of mammals</p>	<p>Mammals are not very numerous, but an important part of the animal world of the delta of Danube. Preservation of their species diversity is important for maintaining the stability of local animal groups. Among the mammals in the zone of influence of the DWNF are representatives of protected species. Mammals are very sensitive to the factors of influence in the conditions of operation of DWNF. Thus, the preservation of the species diversity of mammals is an important criterion for the environmental safety of DWNF during operation under the conditions of cumulation of impacts.</p>
<p>Relationships between the elements of the level of environmental safety criteria and the level of impact factors (how due to individual impact factors F the level of environmental safety of the DWNF decreases during the period of operation according to individual environmental safety criteria C)</p>		
<p>C-1 Safety of populations of protected bird species</p>	<p>F-1 Loss of residence</p>	<p>Destruction or rendering unfit for the long-term presence of birds due to the storage of dredging soils in coastal dumps (primarily this applies to Yermakiv island, which is an important habitat for waterfowl and marsh birds), possible erosion of banks, possible drainage of part of the territories irrigated by the systems of the Ochakiv and Starostambulskyi arms below the branching of the Bystre arm (due to the redistribution of runoff between the delta arms).</p>
	<p>F-2 Noise loads</p>	<p>Disturbance of birds caused by the noise of engines and sound signals of ships passing by the SAC, the arms of the Bystre, Starostambulskyi and Kiliyskyi arms near the Yermakiv island, and even similar noises during the dredging of these sections of the DWNF route. These impacts may extend to the northern side of the Ptashyna foreland and to the strips of vegetation along the shores of the above-mentioned sections of the arms, which are</p>

		important nesting sites for protected birds.
	F-4 Air pollution	Scaring of birds by emissions into the air environment from the operation of the engines of ships passing along the Bystre and Starostambulskyi and Kiliyskyi arms near the Yermakiv island, as well as similar emissions during dredging works on these sections of the DWNF route. These actions may extend to strips of vegetation along the banks of the above-mentioned sections of the arms. Emissions from fires or explosions on ships that could kill birds.
C-1 Safety of populations of protected bird species	F-5 Loss of fodder base	Occupation of bird lands on the Yermakiv island by coastal soil dumps and a decrease in the value of abandoned lands as a result of the deterioration of the hydrological regime caused by the dumps. It is difficult for birds to feed on the water within and near the shipping lane due to navigation, mainly at the mouth of the Bystre arm.
	F-8 Changing the water flow characteristics	The possibility of local erosion of the shores of the Bystre arm, which is the habitat of birds, due to the increase in the speed of the flow in the branch due to the presence of a sea channel. The possibility of local erosion of the eastern shores of the Ptashyna foreland - the nesting place of birds - as a result of a change in the direction of sea currents due to the presence of an SAC and a dam. The possibility of accelerating the shallowing of the strait between the Ptashyna foreland and the shore of the island Kubanskyi as a result of a change in the direction of currents at the exit from the Bystre arm, which would lead to the appearance of animals on the foreland that destroy bird eggs and chicks.
C-2 Safety of sturgeon populations	F-1 Loss of residence	Loss of grazing land occupied by the sea approach channel, marine soil dump and protective dyke.
	F-3 Water pollution	Deterioration of living conditions due to a change in the chemical composition and increase in water turbidity during dredging operations, during storage of soil in coastal dumps, in marine dumps, and during shipping.
C-2 Safety of sturgeon populations	F-5 Loss of fodder base	Destruction of benthic organisms as a result of dredging and storage of soil on a sea dump.
	F-6 Vibration in the water environment	Scaring away of fish from the DWNF track when vibrations from the propellers and engines of ships and mechanisms of dredges spread in the water.

	F-7 Direct mechanical actions	Pulling young fish into mechanisms of dredgers, damage to adults by ship propellers. An obstacle created by the SAC barrier dam along the coastal feeding and spawning migrations of fish.
	F-8 Changing the water flow characteristics	It is possible to reduce the arrival of fish to the Bystre arm due to a change in the field of current velocities and the gradient of water salinity at the outlet of the arm.
C-3 Preservation of Danube herring migration routes	F-3 Water pollution	Deterioration of living conditions due to a change in the chemical composition and increase in water turbidity during dredging operations, during storage of soil in coastal dumps, in marine dumps, and during shipping
	F-6 Vibration in the water environment	Scaring away of fish from the DWNF track when vibrations from the propellers and engines of ships and mechanisms of dredges spread in the water.
	F-7 Direct mechanical actions	Pulling young fish into mechanisms of dredgers, damage to adults by ship propellers.
	F-8 Changing the water flow characteristics	It is possible to reduce the arrival of fish to the Bystry branch due to a change in the field of current velocities and the gradient of water salinity at the outlet of the branch.
C-4 Preservation of species diversity of mammals	F-1 Loss of residence	Destruction of the territories where mammals are located as a result of the storage of dredging soils in coastal dumps (primarily this applies to Yermakiv island, which is an important habitat for wild mammals), eroded shores (Bystre arm, Ptashyna foreland); coastal strengthening; possible drainage of part of the territories irrigated by the Ochakiv and Starostambulskyi arms systems below the branch of the Bystre arm (due to the redistribution of runoff between the delta arms).
	F-2 Noise loads	Disturbance of animals caused by the noise of engines and sound signals of ships passing through the sea approach channel, the Bystre and Starostambulskyi arms and the Kiliya arm near the island Yermakiv, as well as similar noises during dredging works on these sections of the DWNF route. These actions may extend to strips of vegetation along the banks of the above-mentioned sections of the arms, which are important habitats for protected mammals.

	F-4 Air pollution	Scaring off animals by emissions from the engines of ships passing along the Bystre and Starostambulskyi and Kiliyskyi arms near the island Yermakiv, as well as similar emissions during dredging works on these sections of the DWNF route. These actions may extend to strips of vegetation along the banks of the above-mentioned sections of the arms. Releases in case of fires or explosions on ships, which can lead to the death of birds.
	F-5 Loss of fodder base	Reduction of fodder value of lands on the island Yermakiv for herbivorous mammals as a result of the creation of coastal dumps and the resulting deterioration of the hydrological regime of the island. Depletion of the diet of predatory mammals that hunt within the water area and along the coastline of the Bystre and Starostambulskyi arms and on the island Yermakiv, as a result of the loss of attractiveness of these areas for potential victims due to the effects of DWNF.
C-4 Preservation of species diversity of mammals	F-7 Direct mechanical actions	The possibility of injury to animals that swim across the Bystre and Starostambulskyi arms. Impeding the migration of animals between the islands of the Kiliya delta, which is crossed by the DWNF route.
Connections between the elements of the level of factors of influence and the level of sources of influence (the contribution of individual sources of influence I to the formation of certain factors of influence F)		
F-1 Loss of residence	I-1 Shipping	The possibility of erosion of the shores due to the formation of waves from ships passing through the DWNF.
	I-2 Operational dredging	Loss of areas along the shores set aside for coastal soil dumping and seabed areas set aside for marine soil dumping.
	I-3 Changed morphometry of the channel of the Bystre arm and its bar	The possibility of erosion of the shores of the Bystre arm and the Ptashyna foreland due to changes in the direction and speed of currents. The possibility of draining part of the territories surrounded by the systems of the Ochakiv and Starostambulskyi arms below the branch of the Bystre arm (due to the redistribution of runoff between the arms of the delta).
	I-4 Hydrotechnical structures	Occupation of dams and areas of shore fortification of habitats of animals
I-1 Shipping	I-1 Shipping	Disturbance of animals caused by the noise of engines and

		sound signals of ships
	I-2 Operational dredging	Animal disturbance caused by engine noise and sound signals during dredging operations.
F-3 Water pollution	I-1 Shipping	Inflow of pollutants into water during shipwrecks
	I-2 Operational dredging	Ingress of suspended and dissolved pollutants into water as a result of soil losses during dredger operations, during dumping of soil on a sea dump, and with return waters from coastal dumps.
F-4 Air pollution	I-1 Shipping	Emissions of polluting substances during the operation of ship engines and in the event of fires or explosions on ships.
	I-2 Operational dredging	Emissions from the engines of technical equipment, with the help of which dredging works are carried out.
F-5 Loss of fodder base	I-1 Shipping	Damage to plankton organisms by ship propellers
	I-2 Operational dredging	Destruction of benthos organisms during dredging and dumping of soil on a sea dump. Destruction of fodder lands on part of the territory of Yermakiv island, occupied under soil dumps, devaluation of such lands in other parts of the island due to the deterioration of the water regime due to the presence of these dumps.
	I-3 Changed morphometry of the channel of the Bystre arm and its bar	There is a possible impoverishment of the benthos in the section of the Bystre arm, into which a wedge of salt water will periodically penetrate due to the opening of the bar.
	I-4 Hydrotechnical structures	Loss of benthos in areas occupied by hard-substrate structures and its replacement by fouling communities of lower forage value.
F-6 Vibration in the aquatic environment	I-1 Shipping	Scaring off spawning fish by vibration from ship engines.
	I-2 Operational dredging	Scaring away of spawning fish by vibration from the engines of dredging vessels.
F-7 Direct mechanical effects	I-1 Shipping	Damage to fish by ship propellers.
	I-2 Operational dredging	Pulling young fish into the working bodies of dredgers.

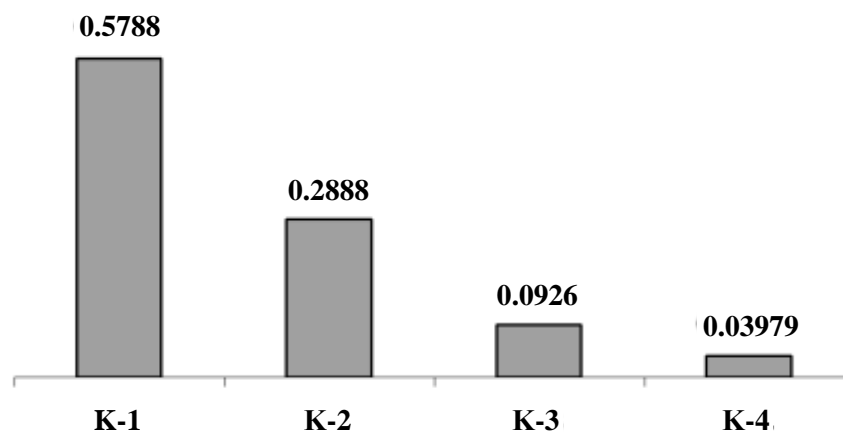
	I-4 Hydrotechnical structures	There is a possible obstacle in the way of feeding and spawning migrations of sturgeon fish from the side of the dam of the sea approach channel.
F-8 Changing the characteristics of the water flow	I-3 Changed morphometry of the channel of the Bystre arm and its bar	The possibility of a gradual increase in flow rates and water flow rates in the Bystre arm with a simultaneous decrease in these parameters in the Ochakiv and Starostambulskyi arm systems (the lower branch of the Bystre arm). The possibility of changing the parameters of currents near Ptashyna foreland.
	I-4 Hydrotechnical structures	Change in water flow indicators near hydrotechnical structures; a change in characteristics along the coastal currents by a protective dam, which can activate the processes of erosion of the eastern edge of the Ptashyna foreland; redistribution of water flow by a jet-directing dam.
Relationships between the elements of the level of sources of influence and the level of environmental protection measures (how exactly individual environmental protection measures of PM reduce the negative impact of certain sources of environmental impacts)		
I-1 Shipping	PM-2 Coastal strengthening	Prevention of shore erosion by waves from ships.
	PM-5 Restrictions on the speed of passage of vessels	Reduction of the formation of waves by ships, noise levels from the passage of ships, the amount of emissions, the probability of accidents (but an excessive reduction in speed impairs the controllability of ships).
	PM-6 Prohibition of sound signals	Reducing the deterrent effect of shipping.
	PM-8 Restoration of the vegetation of the channel shafts of the Bystre arm	Increasing the resistance of the shores to erosion by the flow of water and waves from ships, reducing the area affected by noise from ships, restoring animal habitats.
	PM-10 Restoration of habitats in the northern sections of the DBR	Full or partial compensation of all negative impacts of shipping on bird and mammal populations.
I-2 Operational dredging	PM-1 Stream-directing dam	Reduction of the flow of involved sediments along the Bystre arm, therefore, and the amount of dredging and dumping.
	PM-3 Barrier dam of the SAC	Reduction of sea access channel drift, and therefore the amount of dredging and dumping.
	PM-4 Restrictions on dredging during the period of fish spawning, juvenile stingray and bird nesting	Reducing the negative effects of dredgers on young fish and reducing the disturbance of birds during the nesting period.



	PM-6 Prohibition of sound signals	Reducing the deterrent effects of watercraft on birds and mammals.
I-2 Operational dredging	PM-7 Deepening of the channel of the Kiliya arm	Redistribution of operational dredging volumes in the direction of their concentration outside the DBR.
	PM- 9 Opening of the Starostambulskyi arm bar	Reduction of the removal of sediments along the Bystre arm, therefore, and the volume of dredging works.
	PM-10 Restoration of habitats in the northern sections of the DBR	Full or partial compensation for deterrent effects of dredging on birds and mammals.
I-3 Changed morphometry of the channel of the Bystre arm and its bar	PM-1 Stream-directing dam	Prevention of redistribution of river flow in favour of the Bystre arm.
	PM-2 Coastal strengthening	Prevention of the development of processes of erosion of the banks of the Bystre arm by the water flow. The measure should be limited to areas of erosion, as it has a negative effect by itself.
	PM-3 Barrier dam of the SAC	Reduction of sediment deposition along the western shore of the Ptashyna foreland and erosion of its northern edge by storm waves as compensation for possible negative impacts on the creation of a sea approach channel.
	PM-4 Restrictions on dredging during the period of fish spawning, juvenile stingray and bird nesting	Decrease in the activity of morphodynamic processes caused by the changed morphometry of the channel of the Bystre arm and its bar.
	PM-5 Restrictions on the speed of passage of vessels	
	PM-7 Deepening of the channel of the Kiliya arm	
	PM-8 Restoration of the vegetation of the channel shafts of the Bystre arm	
PM-9 Opening of the Starostambulskyi arm bar		
I-3	PM-10 Restoration of habitats in the northern sections of the DBR	Full or partial compensation of the negative effects of the changed morphometry of the channel of the Bystre arm and its bar on birds and mammals.

I-4 Hydrotechnical structures	PM-1 Stream-directing dam	Reducing areas of coastal erosion that require engineering strengthening.
	PM-5 Restrictions on the speed of passage of vessels	
	PM-8 Restoration of the vegetation of the channel shafts of the Bystre arm	
	PM-9 Opening of the Starostambulskyi arm bar	
	PM-10 Restoration of habitats in the northern sections of the DBR	Compensation of the possible negative effects of the engineering shore fortification and enclosing dam on the habitats of birds and mammals.

After performing the decomposition of the problem in accordance with the scale of pairwise expert assessment, the relative importance of the elements of the hierarchy in the groups associated with the corresponding element of the upper level is determined separately for each of the possible pairs of elements included in the groups. Dominance matrices are formed on the basis of these estimates, based on the results of their solution, the relative importance (local priorities) of all elements in the groups is numerically determined.



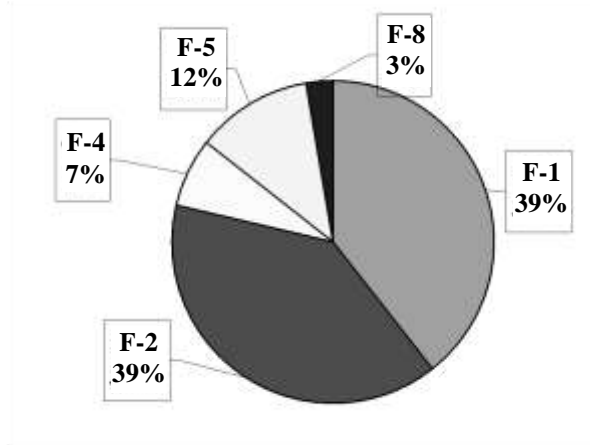
**Figure 5.16 Relative importance (local priorities) of environmental safety criteria**

From fig. 5.16 it follows that according to the results of the evaluation of the four selected criteria of ecological safety, the safety of populations of protected bird species is recognized as the most important, the safety of sturgeon populations is the second most important, and relatively less

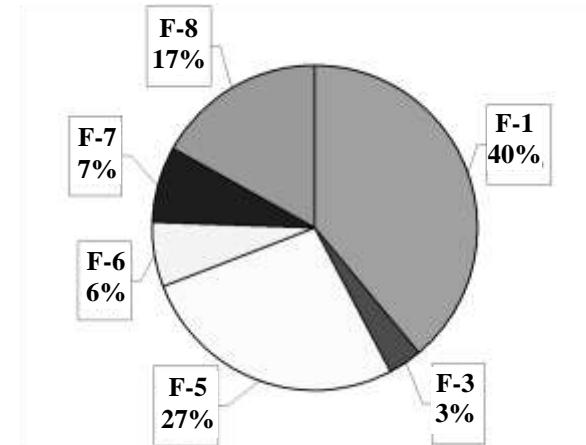
importance is given to the preservation of migration routes of the Danube herring and the preservation of the species diversity of mammals.

On the diagrams presented in fig. 5.17, it is shown how the relative importance of the impact factors changes depending on the selected safety criterion (corresponding to a certain biota element whose safety is considered).

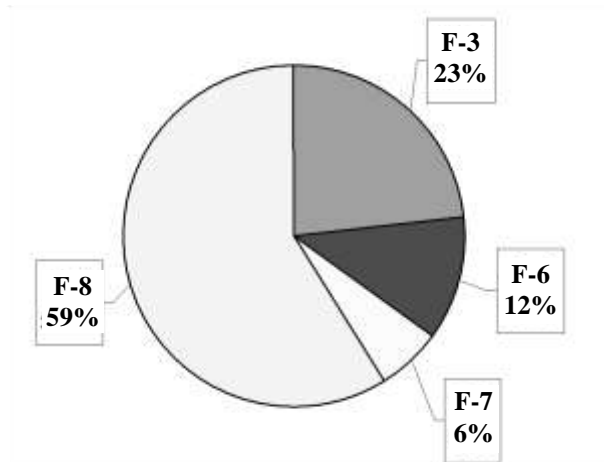
For the safety of populations of bird species, the most significant factors of influence are the loss of habitats and noise loads. Loss of habitat is the most significant impact for the safety of the sturgeon population, but the loss of forage is the second most important.



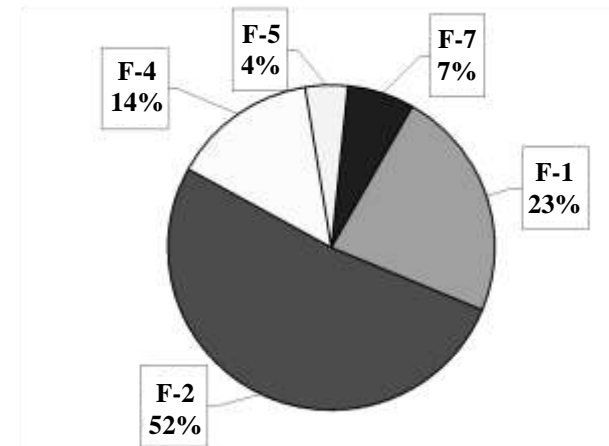
C-1



C-2



C-3

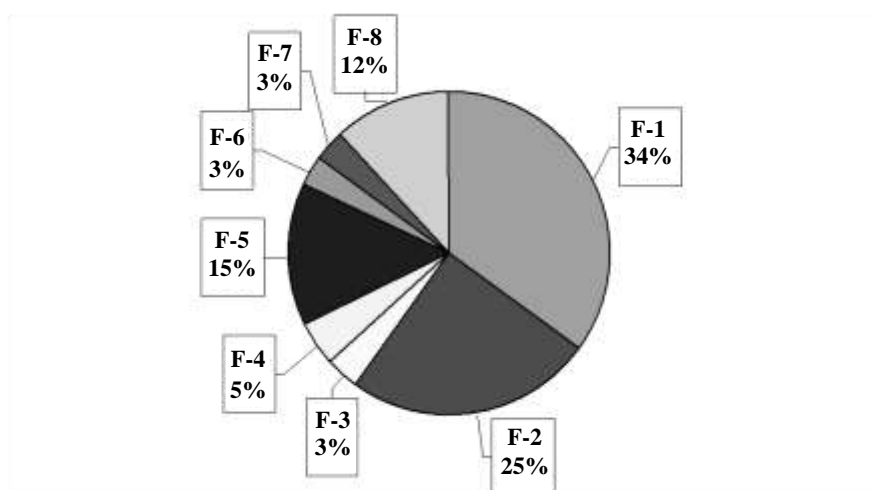


C-4

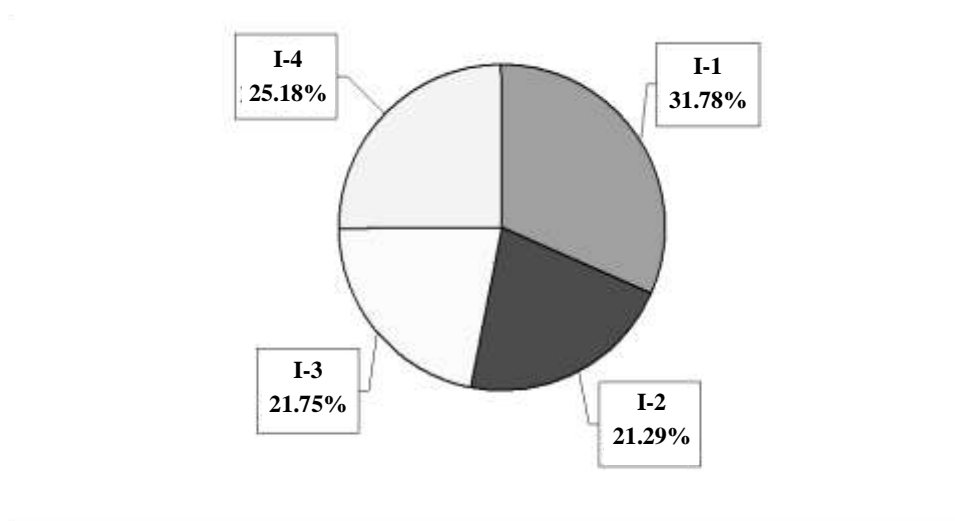
**Figure 5.17. The results of the assessment of the relative importance (local priorities) of the impact factors according to individual environmental safety criteria: C1 – safety of populations of protected bird species, C2 – safety of sturgeon populations, C3 – preservation of migration routes of Danube herring, C4 – preservation of species diversity of mammals**

For the preservation of the species diversity of mammals, the loss of habitats takes second place in terms of importance, and the noise load takes the first place. The most significant factor for preserving the migration routes of the Danube herring is the change in the characteristics of the water flow at the entrance to the Bystre arm. In second place is the pollution of the water environment (the increase in water turbidity during dredging operations and the predicted changes in the salt composition of the water at the mouth of the Bystre arm are taken into account here).

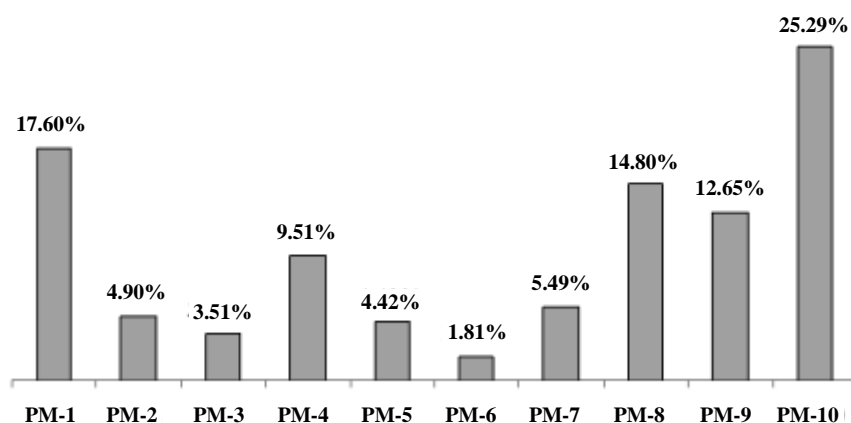
At the stage of problem synthesis, global priorities of elements of all levels are established. Solving the problem made it possible to determine which of the factors of influence and which of the sources of influence cause the greatest effect on environmental safety in the case of cumulation of influences, as well as which of the proposed environmental protection measures are the most effective in relation to the complex of factors that are the cause of such an impact (Fig. 5.18 – 5.20).



**Figure 5.18 Global priorities (estimates of significance) of impact factors (F)**



**Figure 5.19. Global priorities (significance assessments) of sources of influence (I)**



**Figure 5.20. Global priorities for environmental protection measures (PM)**

On the diagram shown in fig. 5.18, it is shown that the main factors of impact on the biota during their cumulation include the loss of habitats, the noise load of the forage base. Their joint effects in terms of significance make up almost 75% of the total effect of all influencing factors.

At the same time, all considered sources of impacts are assessed as important – their contribution to the creation of impacts under conditions of cumulation according to the diagram (Fig. 5.19 ) is from 21 to 32%.

Analysis of global priorities relative to individual environmental protection measures (Fig. 5.20), makes it possible to single out the most effective from the point of view of ensuring environmental safety with a possible cumulation of impacts.

The most effective measure is the compensatory restoration of habitats in the northern parts of the DBR, where degradation of biocenoses occurred as a result of the joint action of the natural evolution of the delta and economic activity to support shipping along the arms. The second most effective measure is the creation of a stream-directing dam at the branching point of the Bystre arm, which should prevent man-made redistribution of the flow between the Bystre and Starostambulskyi arms. In third place in terms of effectiveness is the restoration of the natural vegetation of the channel banks of the Bystre arm, which was degraded as a result of the natural processes of the development of this arm. This method will preserve the habitats of animal populations along the banks of the arm.

Measures such as the opening of the bar of the Starostambulskyi arm (although this measure may cause its own negative effects on the biota of the mouth of the Starostambulskyi arm and the Nova Zemlya foreland), as well as the limitation of dredging operations during the spawning period, spawning of young fish, and nesting birds, also proved to be quite effective.

The overall strategy for managing the environmental safety of the planned activity is built on the basis of the conducted analysis. The improvement of the project according to environmental indicators is developed taking into account the identified priorities through the development of recommendations on the technology of carrying out work, the placement of additional environmental protection measures, the program of environmental monitoring and post-project analysis.

At the stage of operation of the DWNF, there are impacts from the passage of ships along the watercourses of the ship's course.

In accordance with the above description (see table 5.4), the factors of such influences are: emissions into the atmosphere, noise, possible emergency situations, wave action, vibrations, as well as cumulative effects (Fig. 5.15).

The peculiarity of the assessment of the effects of these factors (see table. 5.1) and the formation of relevant recommendations on environmental safety management on this basis is that ecologically valuable territories and those that are protected are affected.

The general criteria for the assessment of the planned activity in this case include the need to take into account the possibility of significant negative transboundary impacts in "particularly sensitive or ecologically important areas or in the immediate vicinity of them" and the likelihood of "... serious consequences for ... valuable species of flora, fauna and organisms..." [17].

At the same time, the methodical basis for assessing the effects of planned activities on the protected flora and fauna is not sufficiently developed, the determination of protective measures is complicated by the specific conditions of the passage of ships through the protected territories [4, 13, 26, 27]. Therefore, taking into account the above (Fig. 5.20) significance of technological restrictions (PM-4, priority 9.5%) and operational recommendations (PM-5, PM-6, PM-8, total priority 21%) and considered methodical approaches to environmental safety management for the period of operation of the DWNF nearby ecologically valuable (protected) territories based on the assessment of key impacts.

***Management of the environmental safety of shipping based on the results of the assessment of the effects of ship emissions into the atmosphere.***

Management of the environmental safety of ships when passing ships near ecologically valuable territories can be based on the development of recommendations regarding the speed of movement, the number of ships simultaneously passing the settlement section, and measures to protect against emissions.

The main principle of assessing the scale of impacts and consequences for the calculation case under consideration is taking into account the norms of chemical pollution for biota, where the

admissibility of impurities in the air is assessed according to the norms (table. 5.19) more rigid than for the population: maximum allowable concentrations - the maximum single -  $MPC_{bio\ m.s}$  and average daily -  $MPC_{bio\ a.d}$ .

**Table 5.19 Maximum single (m.s) and average daily (a.d) maximum permissible concentrations ( $MPC_{bio}$ ), recommended for biota**

Substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>		Substance	MPC, mg/m <sup>3</sup>	
	m.s	a.d		m.s	a.d
NO <sub>2</sub>	0.04	0.02	SO <sub>2</sub>	0.020	0.015
CO	1.00	1.00	C	-	-
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	-	-	Dust	0.200	0.050

The impact assessment was carried out for the 20.1 km long section of the road from the village Vylkove to the sea edge of the delta. This section is adjacent to the most vulnerable to technogenic influences territory of the DBR. When assessing the impacts of emissions, the coastal strips along the Bystre and Starostambulskyi arms, 50 m wide (zones of anthropogenic landscape) and fragments of the territory of the protected zone adjacent to the coastal strips were considered as recipients.

In the zone of influence of the planned activity, natural and, in places, artificially planted plant communities prevail, which include reed, narrow-leaved cattail, lake reed, sharp-pointed sedge, white willow, willow and three-stemmed willow. Thickets stretch along watercourses in strips 5...200 m wide.

The assessment of the effects on the air environment was performed according to known methods [3, 24, 28, 29] under the following assumptions, which determine the specifics of this task.

As a calculated source of the effects of the projected object on the state of the atmospheric air, a diesel engine of the "Dzhankoi" type [28, 30] (diesel engine with a capacity of 3970 kW) was adopted. One-way movement along the calculated section of the ship course was considered (table. 5.20).

**Table 5.2 Technological characteristics of the ship course adopted for the assessment of the effects of the passage of ships on the air environment [13]**

Navigation parameters	Units of measurement	Size
Expected number of ship passages per year	N/year	569...1700
Daily number of ship passages	N/day	2...5
The maximum allowed speed of movement	knot/hour	7.0
	m/s	3.6



The length of the calculated section of the ship course, L	km	20.1
The distance from the axis of the ship's course to the shore	m	60.0
Minimum calculated distance between vessels	m	500.0

It is assumed that the influence of background sources on the territory of the DBR is insignificant and is not taken into account in the calculations.

The ship's emissions were estimated at a temperature of 23°C and a wind speed of 0.5 and 3.0 m/s. According to [28], the following ingredients are taken into account in the emissions of ships with diesel engines: nitrogen dioxide NO<sub>2</sub>, sulfuric anhydride SO<sub>2</sub>, carbon monoxide CO, hydrocarbons C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> and soot, which are accepted as priority emissions (table 5.21).

**Table 5.21 Maximum one-time emissions of one vessel**

Substance, i		Maximum one-time emissions M.m.s.i, g/s			
		Main engine	Auxiliary engines	Boiler unit	Together
nitrogen dioxide	NO <sub>2</sub>	13.3000	0.8656	0.2150	14.3806
carbon oxide	CO	5.0000	0.3254	0.9053	6.2307
hydrocarbons	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	3.5350	0.2301	-	3.7651
sulfuric anhydride	SO <sub>2</sub>	0.7618	0.0496	2.7220	3.5334
soot	C	1.1910	0.0775	0.0833	1.3518

In the calculation, it is assumed that priority impacts are caused by a group of substances with a combined effect of NO<sub>2</sub>+ SO<sub>2</sub>, which make up 90.3% of the danger of the maximum single mass, taking into account the coefficient of aggressiveness relative to biota [31]. The assessment of emissions was carried out in two stages.

At the stage of the preliminary assessment, the radius of the zone of influence of one vessel in the stationary mode without taking into account the movement is determined.

At the second stage, the emissions of mobile (mobile) sources are reduced to a plane source. For the final evaluation in the mode of movement, taking into account the radius of the zone of influence and the speed of movement, the parameters L and B (length and width) of the planar emission source are determined for two vessels moving at a minimum distance of 500 m between them.

As the calculations at stage 1 showed, at a wind speed of 0.5 m/s (almost calm), impurities are concentrated closer to the source of emissions, at a speed of 3.0 m/s, the radius of the dangerous zone increases. For example, at a distance of 1 km, the concentration of impurities (NO<sub>2</sub>+ SO<sub>2</sub>) at a

wind speed of 0.5 m/s is 5.54 MPC<sub>m.s.bio</sub>, at 3.0 m/s – 10.5 MPC<sub>m.s.bio</sub>, concentration of nitrogen dioxide NO<sub>2</sub> at a wind speed of 0.5 m/s is 5.32 MPC<sub>m.s.bio</sub>, at 3.0 m/s – 10.1 MPC<sub>m.s.bio</sub>. The most harmful pollutant is nitrogen dioxide NO<sub>2</sub>. At level 1 of the MPC, the radius of the influence zone is about 3.2 km for the group of combined action NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>, as well as for nitrogen dioxide NO<sub>2</sub>. Emissions of substances for the group of combined action NO<sub>2</sub>+ SO<sub>2</sub> are concentrated in a zone with a radius of 3 km (level 1...1.5 MPC<sub>m.s.bio</sub>) under the conditions that the source of emissions is in one place, and dispersion occurs due to the wind.

Estimates of the level of pollution in the stationary mode of operation of the source at one place are many times higher than the dynamic estimates, since the ship passes by each calculation point (CP) in a fairly short period of time. In particular, the ship moves 1 km from CP in 5 minutes, which is less than 30 minutes. – regulatory time for determining maximum single concentrations.

Ship emissions are distributed along the route. If two vessels move in the same direction at a distance of 500 m, then when one of them passes the calculation point, the concentration of impurities will increase to a maximum, then decrease after 2.5...3.0 minutes. when the second vessel passes, it will increase again to the maximum, after which it will decrease completely. At the estimated time, the ship can be on any part of the route. The smaller the part of the source that the ship will pass in 30 minutes, the smaller will be the contribution of its emission to the total emission of the source as a whole and the smaller will be the maximum one-time concentration.

When evaluating the effects of ship emissions in motion mode, the mass of emissions of the main engine, which was determined for a stationary source, is reduced by the passage of the ship in 30 minutes. only parts of the plane source. Movement along the 20,100 m long navigable section at the maximum permitted speed  $V_{max} = 7$  knots/hour. (tab. 5.20) lasts 93 minutes. (1.55 years). For standard 30 min. the locomotive passes 0.32 part of the length of the course section. That is, when moving at the maximum permitted speed on the entire planar source, the maximum single emission will be 0.32 parts of the mass of emissions in stationary conditions, under the conditions of simultaneous navigation of two ships - the correction coefficient should be taken as 0.64 (table. 5.22).

When assessing atmospheric air pollution under such calculation conditions, the maximum single pollution with a level above 1 MPC<sub>m.s.bio</sub> by group of combined action NO<sub>2</sub>+SO<sub>2</sub> covers a significant part of the highway territory (up to 800 m from the axis of the ship's course).

**Table 5.22 Initial data for calculating the maximum single pollution  $C_{m,s}$  of the highway territory of the ship course under the conditions of movement of two ships at speed  $V_{max}$**

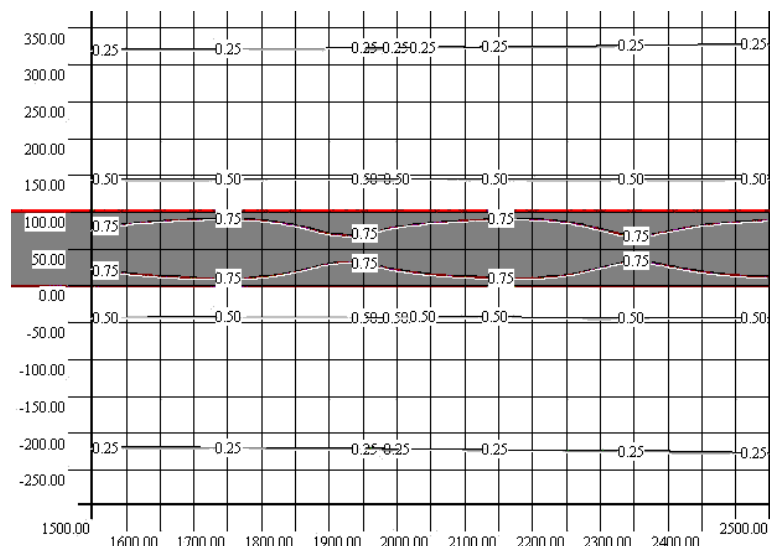
Parameters	Marking	Units	Size
------------	---------	-------	------

Dimensions of the plane source (length and width)	LxW	m	20100.0x100.0
Height above the ground	H	m	10.0
Temperature			
of steam-gas-air mixture	$T_{sgam}$	°C	+90.0
environment	$T_{env}$	°C	+23.0
Emission by substance of the main engine of			
nitrogen dioxide	NO <sub>2</sub>	g/s	8.51
carbon oxide	CO	g/s	3.2
hydrocarbons	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	g/s	2.26
sulfuric anhydride	SO <sub>2</sub>	g/s	0.49
soot	C	g/s	0.76

Methodologically, using the criterion of the maximum one-time assessment in 30 minutes. for the real situation, the movement of single mobile sources along long routes does not seem convincing enough. For this situation, more adequate is average daily estimate of atmospheric air pollution  $C_{a,d}$ .

When calculating the average daily estimate  $C_{a,d} / MPC_{a,d}$  for two average annual ship passages per day and travel time along the estimated route section of 1.55 hours maximum emission of  $M_{m,p,i}$  (g/s) (tab. 5.22) must be corrected by dividing by the daily coefficient  $24/1.55 = 15.48$ , which takes into account the time the engines work during the day.

For such calculation conditions, the isolines of average daily concentrations of pollutants at the circular wind angle are determined, fig. 5.21.



**Figure 5.21 Average daily concentration of the group of combined action  $C_{a,d} \cdot NO_2 + SO_2$  in units of  $MPC_{a,d,bio} \cdot NO_2 + SO_2$  for biota in the adjacent territory of the shipping lane, provided that there are two ship passages/day and movement at the maximum permitted speed  $V_{max} = 7$  knots**

Thus, the influence of vessels during the period of operation for the assumptions adopted in the calculation will not exceed the recommended strict norms for biota.

The following are established as recommendations for environmental safety management for the considered conditions. There are no stationary sources of atmospheric pollution during the operation of the DWNF. Emissions from mobile sources will be short-term and local in nature. Since the maximum permitted speed of the ship is determined based on the calculation of the minimization of waves on the banks of the route and the same speed is the minimum for reasons of stability of the ship, reducing the speed of reducing the maximum one-time emission cannot be recommended. Methodically, for the purpose of the task, an adequate average daily assessment of atmospheric air pollution. As a protective measure, green plantings along the shipping route can be recommended.

**Management of the environmental safety of shipping based on the assessment of noise impacts on the avifauna of the adjacent territories.**

The noise impacts from ships passing along the DWNF Danube river - Black sea (for the area adjacent to the territory of the DBR) are evaluated below.

In the reed-sedge bushes along the route of shipping in the river delta, populations of waterfowl and near-water birds live, most of which need protection to one degree or another, therefore a methodical approach and the results of the assessment of noise impacts from the passage of ships on the DWNF Danube river - Black sea for the section are proposed below, adjacent to the DBR.

As the assessment criteria, the normative extremely permissible equivalent L.A.equiv. and the maximum permissible L.A.max levels (EPL, MPL, dBA) of noise for territories of various functional purposes (table. 5.23) [3, 13, 32-36].

**Table 5.23 Normative maximum permissible equivalent and maximum permissible noise levels on the territory of the reserve**

Assignment of territories	L.A.eq (dBA)		L.A.max (dBA)	
	day	night	day	night
Reserves and sanctuaries	25.0	20.0	50.0	45.0

The most powerful source of ship noise impacts are ship engines, the noise characteristic of which is  $L.A.$  (dBA) – equivalent sound level at a distance of 25 m from the board, which is determined during 8 hours of the loudest day and night period. For a reference cruise ship (of the "Dzhankoi" type), at the total intensity of movement of two vessels per hour at a distance of 25 m from the side, the equivalent noise level is 55 dBA at the maximum permitted speed of 7 knots/hour in the area of the DBR.

The method of environmental safety management in the case of noise impacts for the conditions of the reserve consists in the calculation of protective measures that allow reducing the equivalent level of noise from ships to a level of less than 20 dBA.

Reduction of the noise level by protective measures on the way from the source to the calculation point (CP) due to the absorption and reflection of sound waves is calculated according to the formula:

$$L.A.eq.cp = L.A.equ.s - dL.A.equ.env - dL.A.equ.mes ,$$

where  $L.A.eq.cp$  - equivalent noise level at the calculation point (CP), dBA;

$L.A.equ.s$  - equivalent noise level of the source, dBA;

$dL.A.equ.env$  - reduction of the equivalent noise level when spreading in the environment, dBA;

$dL.A.equ.mes$  - reduction of the equivalent noise level with the help of designed measures, dBA.

Reduction of the noise level during propagation in the environment depends on the distance to the source and occurs as a result of absorption by the coating and air, and the reduction of the noise level by the projected measures is provided by solid screens (bank elevation) and green plantings.

$$L.A.eq.cp = dL.A.equ.R + dL.A.equ.air + dL.A.equ.cov ;$$

$$dL.A.equ.mes = dL.A.equ.scr + dL.A.equ.gr ,$$

where  $dL.A.equ.R$  - reduction of the equivalent noise level with distance, dBA;

$dL.A.equ.air$  – reduction of the equivalent noise level when absorbed by air, dBA;

$dL.A.equ.cov$  – reduction of the equivalent noise level when absorbed by the cover (water surface), dBA;

$dL.A.equ.scr$  - reduction of the equivalent level of noise by solid screens (elevation of the bank and vegetation), dBA;

$dL.A.equ.gr$  – reduction of the equivalent level of noise by green spaces, dBA.

The calculation point (CP) is taken 5 m from the water cut. The distance from CP to the axis of the route of the ship course (conditional acoustic centre) is 65 m. The distance from CP to the border of the source is the standard distance (taking into account the width of the vessel) – 35 m. The results of the calculation according to the methods [3, 23, 32-36] of the option without artificial plantings showed that the total reduction of the equivalent noise level of the source at the calculation point of the complex of factors is about 23 dBA (table. 5.24).

**Table 5.24 Reduction of the equivalent source noise level (55 dBA) at the calculation point (CP.5) in natural conditions**

Reduction of equivalent noise level, dBA		Factors of noise absorption in the settlement area
dL.A.equ.s	amount	
dL.A.equ.R	- 4.15	the distance to the axis of the track is 60 m
dL.A.equ.air	- 0.17	air
dL.A.equ.cov	- 4.23	cover (water surface)
dL.A.equ.scr	- 14.44	bank elevation and a natural green strip 3.0 m high
dL.A. equ. total	- 22.99	complex of factors

Exceeding the normative level of equivalent noise (table. 5.23) is expected in the strip 45-60 m from the water cut (within the anthropogenic landscape zone) of the reserve (table. 5.25).

**Table 5.25 Evaluation of the equivalent noise level at the calculation point CP.5 in natural conditions**

The value of L.A.eq. CP.5, dBA	MPC, dBA	Exceeding the MPC, dBA
32.01	20	12.01

Reducing the width of the zone of negative influence is possible due to dense artificial plantings in a strip of 10 m from the water cut. Taking into account the rise of the bank, the height of the complex noise-absorbing screen is assumed to be 8 m, provided that a 5-row strip of green plantings with a width of 10 m is added. At the same time, the calculation point is shifted to a distance of 10 m from the water cut. Then the distance from CP to the axis of the track is taken to be 70 m, and the source boundary (reference distance) is 40 m. The reduction of the equivalent noise level in this case is about 37 dBA (table. 5.26, 5.27).

**Table 5.26 Reduction of the equivalent noise level of the source (55 dBA) at the calculation point CP.10 when creating an additional coastal 5-row strip of green spaces**

Reduction of the equivalent noise level of the source, dBA		Factors of noise absorption in the settlement area
L.A.equ.s	amount	
dL.A.equ.R	- 4.47	the distance to the axis of the track is 70 m
dL.A.equ.air	- 0.20	air
dL.A.equ.cov	- 4.88	cover (water surface)
dL.A.equ.scr. natural	- 5.00	natural green strip of cane
dL.A.equ.gr	- 21.76	bank rise and buffer 5-row green strip
dL.A. equ. total	- 36.31	complex of the above factors

**Table 5.27 Evaluation of the equivalent noise level at the calculation point RT.10 during the creation of an additional 5-row strip of green spaces**

The value of L.A.eq. CP.10, dBA	MPC, dBA	Exceeding the MPC, dBA
18.69	20	-1.31

As is obvious from the table. 5.27 the creation of a coastal buffer 5-row strip of green vegetation with a minimum height of 8 m and a width of 10 m is sufficient to normalize the noise regime of the nature reserve even under the strict norms of the noise level permissible for protected areas.

### **5.6 Possible impact due to the impact of the planned activity on the climate, including the nature and scale of greenhouse gas emissions, and the sensitivity of the activity to climate change**

The impact of the planned activity on the climate is limited to emissions of greenhouse gases by diesel engines of technical equipment, which are used to perform work during the construction period and to maintain the depths necessary for navigation during the period of operation.

According to the results of the calculations given in point 1.5.2, for the entire construction period (more than 5 years), the amount of greenhouse gas emissions will be 28,524,420 tons. CO<sub>2</sub> and 2,272 tons of methane.

The sensitivity of the activity to climate changes is due to changes in the flow regime of the river connected with climatic conditions. Danube, on which the conditions of navigation on the DWNF Danube river - Black sea depend.

### **5.7. Possible influence caused by the technology and substances used**

During the reconstruction of the Danube river - Black sea hydroelectric power station, the use of dredging and other construction technologies, common in the practice of hydraulic construction both in Ukraine and abroad, which are among the best known technologies in terms of their impact on the environment, is foreseen. During the construction of hydrotechnical structures, certified natural inert materials (crushed stone and stone) will be used, which do not cause harmful environmental impact.

Man-made factors of ship traffic, the consequences of which do not go beyond the range of natural changes in environmental conditions, cannot lead to significant, and even more so irreversible, changes in the flora and fauna of the delta.

Environmental factors that can be considered positive when evaluating route options: the slowest advance of the sea edge of the delta compared to other areas; relatively rapid growth of sea depths; stable or such that the share of river flow that passes along the arm included in the route increases in the interannual aspect, and the natural depth of its channel is sufficient; shipping route options that cause less impact on the delta's natural hydrological regime and its evolution will have less impact on the flora and fauna of the delta as a whole.

Among the factors of influence of the ship movement, which lead to significant consequences for the flora and fauna of the delta, should be attributed: redistribution of flow in the arms of the delta; allocation of areas large in area and/or in length for hydrotechnical construction projects; violation of the hydraulic connection between parts of the delta territory; disruption of water exchange between parts of the coastal water area or their isolation from the sea.

Man-made factors that affect the flora and fauna of the areas of the delta directly adjacent to the shipping route, and the negative consequences of these effects, are listed in the table. 5.9.

Criteria for comparative assessment of impacts on flora and fauna: the area, value and distribution in the delta of biocenoses that are being destroyed; the area, value and distribution of plant associations, relative to which degradation is predicted; the magnitude of the predicted decrease in the number or death of populations of individual species of animals, with the exception of species that are protected.

Factors of influence that can be accepted as key when assessing the impact of the object: the area of land to be removed, the area of damage to the bottom of the watercourse, the volume of earthworks during the construction period, the volume of operational dredging, changes in the hydrological regime of the delta islands, changes in the morphodynamic regime of the sea edge of the delta.

Thus, in the case of a comprehensive assessment of the impacts, environmental factors of the DWNF route are grouped by separate characteristic sections; the sources of influences that are



formed by the means of performance of work are determined - the types of work carried out during the construction and operational period; influencing factors are grouped by type of work; processes of influences that occur between influence factors and environmental factors are determined; the expected ecological consequences of the creation of the DWNF are predicted, evaluated and grouped by the components of the natural environment; based on the results of the assessment, a set of possible environmental protection measures is developed; probable final consequences of impacts, taking into account possible PMs, are evaluated on a scale of values of residual consequences of impacts.

In this way, the distribution of man-made load by sections of the route, types of work, complex factors of influence, components of the environment was evaluated. The priority components of the NE (natural environment) in relation to sensitivity to complex factors of influence are determined. These are the biota (59.2%), the water environment of the river (17.9%) and the soil as a habitat (12.1%). From the given estimates, it follows that the geological environment (35.47%), the water environment of the river (17.11%) and the water environment of the sea (11.54%) are the most affected by technogenic load. The load is transferred mainly through mechanical influences (61.55%). The biggest source of impacts is the excavation of soil in the section of the channel of the Kiliya arm (40.5%). And the man-made load will be the maximum (33.33%) on the channel of the Kiliya arm. The distribution of the final consequences of impacts by section of the route was estimated: the SAC area – 26.08%; the area of coastal dumps – 23.07%; the area of the protective dam - 22.7%.

## **5.8 Summary assessment of the impact of the reconstruction of the DWNF on the environment**

The summary assessment of the impact on the environment of the reconstruction activity was made on the basis of the data given in sections 1 and 4 and the impact analysis carried out in subsections 5.1–5.7. The assessment results are presented in tabular form (Tables 5.28 and 5.29).

A summary assessment of transboundary impacts in the context of the Commission's conclusions on the request is contained in section 13.

**Table 5.28 - Summary assessment of the impact of deep-water navigation during construction**

Type of works	Impact factor	Assessment of the consequences of the impact, taking into account measures to limit them
<b>1. Excavation of the soil in the section of the channel of the Kili branch from Cape Izmailskiy Chatal to the city of Vylkove with storage in coastal dumps</b>	Damage to the bottom during dredging	A slight temporary decrease in the self-cleaning capacity of the river ecosystem in the area under consideration. The reversibility of changes is ensured by the non-simultaneity of the influence along the length of the sleeve and the transfer of benthos organisms with the movement of sediments. <b>The impact on the aquatic ecosystem is permissible, taking into account the provided compensation for damage to ichthyofauna and the ban on carrying out work during the spawning period.</b>
	Soil losses during dredging (2%)	<p>In the creation of complete mixing below the area of simultaneous operation of two dredgers during the period of minimum limit flow, 95% assurance of the content of suspended substances in water will increase by 0.5 mg/dm<sup>3</sup>. At the same time, the gross content of certain substances in water may increase for a short time: nitrogen – by 0.12% of background concentrations, phosphorus – by 16.2%, manganese – by 11.5%, zinc – by 28.6%, copper – by 2.1%, cadmium – by 1.0% , lead – by 2.7%, chromium – by 1.6%, organic substances (according to BOD<sub>5</sub>) – by 5.7%, petroleum products – by 9%, PAH – by 2.2%, pesticides – by less than 1 %.</p> <p>An increase in the content of suspended solids, trophicity and deterioration of the oxygen regime in the section of the channel under consideration and downstream are estimated <b>as normatively permissible under the condition of limiting the number of working dredges in the period of extremely low marginal costs provided for by the project.</b> The toxic effect on hydrobionts can occur episodically, in local areas and will not significantly change the toxicological situation in the Danube Delta. <b>The impact is permissible, taking into account compensations for damage to ichthyofauna provided by the project and the ban on carrying out work during the spawning period.</b></p>
	Occupation of land for coastal dumps	Lands allocated for coastal landfills are unused and man-made disturbed lands. The soil from the dumps will be used to repair and reconstruct damaged areas of dams. As the volume of soil extraction works decreases, the allocated land will be recultivated. <b>Impact on land resources is permissible, taking into account compensatory payments.</b>
	Inflow of return water from landfills	Suspended substances with adsorbed metals, organic substances, radionuclides are retained in settling ponds. At the same time, the arrival of dissolved harmful impurities is averaged over time. Taking into account the insignificant flow of return water and its dilution with water near the dam channels, <b>impact on river water quality is acceptable.</b>
	Noise from engines and mechanisms	According to calculations, <b>noise impact is normatively permissible.</b>
	Emissions of harmful substances and greenhouse gases into the atmosphere during engine operation	According to calculations, taking into account the temporary nature of the works and the absence of stationary sources of emissions <b>impact on air environment and climate is permissible.</b>

Continuation of table 5.28

Type of works	Impact factor	Assessment of the consequences of the impact, taking into account measures to limit them
2. Work on the area from Vylkove to the sea edge of the delta to extract soil with removal to a marine landfill and the creation of coastal protection and underwater hydrotechnical structures from the dumping of stone and rubble.	Damage to the bottom when excavating soil and filling with crushed stone	A slight and temporary decrease in the self-cleaning capacity of the river ecosystem, further increase in biodiversity and benthos biomass due to the development of overgrowth biocenoses occupying up to 1.5% of the site area. <b>The impact is acceptable.</b>
	Soil losses during excavation (5%)	The increase in the content of suspended solids, trophicity and deterioration of the oxygen regime are assessed as insignificant. The toxic effect on hydrobionts may appear for a short time and will not significantly change the existing toxicological situation. <b>The impact is permissible, taking into account the compensations provided for by the project and the limitations of the period of work.</b>
	Engine noise	According to calculations, <b>noise impact is normatively permissible.</b> The deterrent effect on the fauna is manifested outside the protected zone of the DBR and is local.
	Emissions of harmful substances and greenhouse gases into the atmosphere during engine operation	Emissions occur outside the protected area. According to calculations taking into account the temporary nature of the works and the absence of stationary sources of emissions <b>the impact on the air environment and climate is permissible, on the fauna - deterrent, local and temporary</b>
3. Works in the marine part of the DWNF: Excavation of soil in the opening of the sea approach channel, dumping of soil on the marine hydro dump, creation of compression dams on the bar part with rock and rubble dumping.	Damage to the bottom during excavation and creation of dams	Degradable benthic biocenoses are valuable. The impact on water quality due to the reduction in the intensity of self-cleaning processes is insignificant due to the intensive water exchange. <b>The impact on biota is significant. The impact is permissible, taking into account compensation for losses to the fish feed base provided for by the project.</b>
	Soil losses during excavation (5%)	Deterioration of water quality due to the entry of pollutants from the soil. <b>The impact is significant, but local. It is permissible, taking into account the provided compensation for damage to the ichthyofauna.</b>
	Noise during engine operation	According to calculations, <b>noise impact is normatively permissible.</b> Due to a sufficient distance from the shores <b>the impact on fauna will be negligible. Beyond the 50 m coastal strip, exceeding the permissible noise level for the reserve is not predicted, except for the construction of dams close to the shore. For these areas, it is prohibited to carry out work at night and during the annual period of silence introduced in the spring.</b>
	Emissions of harmful substances and greenhouse gases into the atmosphere during engine operation	Emissions occur outside the protected area. According to calculations taking into account the temporary nature of the works and the absence of stationary sources of emissions <b>the impact on the air environment and climate is permissible, on the fauna - deterrent, local and temporary</b>

	Contact of soil with seawater and the bottom at the site of a marine hydraulic dump	Dumping is carried out in segments on a specially designated area of the seabed at a distance of more than 5 km from the coast with depleted benthos, which minimizes negative environmental consequences. <b>The impact is significant at the dumping site, periodic and local. The impact is permissible, taking into account the provided compensation for damage to ichthyofauna.</b>
--	---	---

**Table 5.29 – Assessment of the impact of the DWNF during the period of operation after reconstruction**

Type of works	Impact factor	Assessment of the consequences of the impact, taking into account measures to limit them
<b>1. Repair dredging and dredging works on channel sections of the route.</b>	Damage to the bottom during extraction	A slight temporary decrease in the self-cleaning capacity of the river ecosystem in the area under consideration. The reversibility of the process is ensured by the non-simultaneity of the impact along the length of the site and the transfer of benthos organisms with mobile sediments. <b>The impact on the aquatic ecosystem is permissible, taking into account the provided compensations for the losses of the fish feed base.</b>
	Soil losses during excavation (2%)	<b>The increase in the content of suspended matter, trophicity and deterioration of the oxygen regime in the section of the riverbed under repair and downstream are estimated to be insignificant. The toxic effect on hydrobionts can occur episodically, in local areas and will not significantly change the toxicological situation in the Danube Delta. The impact is permissible taking into account the provided compensations for damage to the ichthyofauna.</b>
	Occupation of land for waste	The territories earmarked for waste during the construction period are used. Vacant sites are rehabilitated. <b>Impact on land resources is permissible.</b>
	Inflow of return water from landfills	Suspended substances with adsorbed metals, organic substances, radionuclides are retained in sedimentation ponds. At the same time, the arrival of dissolved harmful impurities is averaged over time. Taking into account the insignificant flow of return water and its dilution with water near the dam channels, <b>the impact on river water quality is negligible.</b>
	Noise during engine operation	According to calculations, <b>noise impact is normatively permissible.</b>
	Emissions of harmful substances and greenhouse gases into the atmosphere during engine operation	According to calculations taking into account the temporary nature of the works and the absence of stationary sources of emissions <b>impact on air environment and climate is permissible.</b>
<b>2. Repair dredging works on the bar.</b>	Damage to the bottom during dredging	Secondary benthic biocenoses, which are destroyed at the same time, are not valuable. Given sufficient water exchange, the temporary slowing down of self-cleaning processes will have little effect on water quality. <b>The influence is acceptable.</b>

	Soil losses during dredging (5%)	Deterioration of water quality due to the entry of pollutants from the soil. <b>The impact is significant, but local. It is permissible, taking into account the provided compensation for damage to the ichthyofauna.</b>
	Noise during engine operation	According to the calculations, the noise impact is normatively permissible. Given the sufficient distance from the shores <b>the impact on the fauna is insignificant.</b>
	Emissions of harmful substances and greenhouse gases into the atmosphere during engine operation	According to the calculations, the impact on the air environment and climate is normatively permissible. Given the sufficient distance from the shores <b>the impact on the fauna is insignificant.</b>

## Continuation of table 5.29

<b>3. Dumping of soil on a sea hydraulic diversion shaft</b>	Contact of the soil with sea water and the bottom at the site of a marine hydraulic dump	<b>Dumping is permissible only in the area of the sea previously specially designated and used for this purpose. The impact is significant at the dumping site, intermittent and local. The impact is permissible, taking into account the provided compensations for damage to the ichthyofauna.</b>
<b>4. Operation of a complex of shipbuilding facilities</b>	The presence of a cut and dikes along the sea approach channel	Probability of loss of safe nesting sites of protected bird species, disturbance of along-shore feeding migrations of fish and spawning grounds. <b>The impact on the fauna is subject to monitoring, based on the results of which regulatory protective hydrotechnical measures and monetary compensation for damages are provided.</b>
	The parameters of the watercourses and the bar area of the Bystre branch have been changed	Some increase in water exchange and water level fluctuations in the coastal zone of the Bystre branch, the frequency and distance of the penetration of the saltwater wedge into this branch. The impact on coastal biocenoses is estimated to be insignificant. The redistribution of river flow in the delta is predicted to be insignificant and will not lead to changes in the water regime of the delta. There is a possibility of degradation of the existing and formation of a new complex of benthic organisms and a change in the migration routes of fish. <b>The impact on the ichthyofauna is subject to monitoring, based on the results of which monetary compensation for damages is provided. The impact is subject to monitoring. It is admissible taking into account the provided regulatory hydrotechnical measures.</b>
<b>5. Passage of ships</b>	Waves during the passage of ships	With the ship speed limits adopted in the project, the parameters of man-made hydrodynamic loads on the thrust shafts of the Bystre arm and the Ptashyna foreland do not go beyond the natural amplitude of values and will not cause significant violations of coastal biocenoses. <b>The impact is subject to monitoring. It is admissible taking into account the provided protective restrictive, hydrotechnical, and, if necessary, also shore strengthening and compensatory measures.</b>
	Entry of pollutants into the water	Pollution under normal operation conditions is insignificant, in the case of accidents, the environmental consequences can be severe, regardless of the location of the primary source of pollution. The probability of accidents in the adopted option is the lowest due to the shorter stroke length and the best navigation conditions.

	Noise during the operation of new ship engines and other factors of concern for fauna	Difficulties in the migration of terrestrial animals through the water area of the Bystre branch and a decrease in their number in the coastal strip of the branch are possible. The level of acoustic impact from the engines of cargo, passenger ships and motor boats outside the coastal strip is normatively acceptable for the reserve. <b>The impact is subject to monitoring and is permissible, taking into account the prescribed speed limits of vessels and sound signals.</b>
	Emissions into the atmosphere during the operation of ship engines	<b>The influence is normatively permissible.</b>
	Introducing new representatives of flora and fauna	Undesirable changes in the structure of aquatic biocenoses, displacement of protected and valuable species with a decrease in biodiversity, deterioration of the parasitological situation are possible. <b>The impact is subject to monitoring and control by specialized bodies.</b>

## **6 DESCRIPTION OF FORECASTING METHODS USED FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT**

### **6.1 Methods and techniques of collection and primary analysis of data for forecasting**

#### *Collection, systematization and analysis of information data.*

The methods are based on the collection, analysis and generalization of legislative, regulatory and technical, statistical documentation. These include:

- collection of the necessary data by the questionnaire method (compilation of questionnaires, obtaining, recording information, summarizing and determining the representativeness of the collected data);
- identification of the main respondents related to economic activities related to water use in the zone that may be affected by the reconstruction and further operation of the Danube river - Black sea hydroelectric power station;
- obtaining and studying the available departmental data on water use and management subjects whose activities take place in the studied territory, according to the information of the relevant state structures (the Department of Ecology and Natural Resources of the Odesa Regional State Administration, local authorities of the specified areas, the Basin Management of Water Resources of the Black Sea Rivers i and the Lower Danube, the State Ecological Inspection of the Odesa Region, the "Infoksvodokanal" Office, land and water cadastre authorities);
- identification of the main water-use facilities that have water intakes, discharges of return water, irrigation and drainage systems, fish farming and recreation facilities in the zone of influence of works on the reconstruction and further operation of the Danube river - Black sea DWNF and their mapping on the google map;
- collection, processing and analysis of normative, statistical, technical, reporting documentation on the availability and condition of treatment facilities (productivity, operating mode), hydrochemical and microbiological information on polluted and purified return water and water of surface water bodies according to the statistical reporting of the State Water Agency, Hydrometeorological Centre of Black and Azov seas, etc.
- elucidation of the mode of operation of the straits connecting the Danube lakes with the Kiliya mouth;
- elucidation of the degree of sewerage of Izmail, Kiliya, Vylkove, as well as settlements located on the shores of the Danube lakes in the studied territory;
- determining the coordinates of water intakes of settlements; discharges from treatment facilities, if any; water intake and discharge points from irrigation and rice systems;

- determination of the working regimes of fish farms regarding water intake and discharge (coordinates of intake and discharge points and water consumption);
- creation of a list of water intakes for various needs in the studied territory.

*Sampling of surface water, soil, bottom sediments.*

Sampling is carried out in such places and in such a quantity that will allow to identify and characterize the existing patterns of changes in the quality of underground water of aquifers being mapped, in plan and in section, taking into account the influence of various natural and artificial factors.

During the expeditionary researches of UKRNDIEP, sampling of water and bottom sediments for hydrobiological and hydrochemical analysis was carried out along the route of the Danube - Black Sea shipping route in 12 main sites (table. 6.1), water temperature and transparency were also measured using a Secchi disc. In separate points, samples were taken for the content of specific indicators of toxic action (heavy metals) in water and bottom sediments.

**Table 6.1 – Sampling points of water and bottom sediments for hydrobiological and hydrochemical analysis**

No. of item	Code, name of the selection point	Distance from the mouth	Binding	Types of samples
1	R01, 2 km above town Reni	71 miles	left middle bank,	hydrochemical, hydrobiological
2	R06, 1 km below town Izmail	89 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
3	R07, above Kiliya	49	middle	hydrochemical, hydrobiological
4	R09, below Kiliya	32 km	left bank	hydrochemical, hydrobiological
5	R10, 1 km above town Vylkove	21 km	left bank	hydrochemical, hydrobiological
6	R11, Ochakiv arm	17 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
7	R14, Ochakiv arm	6 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
8	R12, Starostambulskyi arm	11 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
10	R13/9, Bystre arm	9 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
11	R13/1, Bystre arm	1 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
12	R13/0, Bystre arm	near the dam		hydrochemical, hydrobiological

In some years, sampling of water and bottom sediments for hydrobiological and hydrochemical analysis was also carried out in additional facilities: below Reni (R02, 68 mile, near



the left bank - 100 m), Tulchynskiy arm (R03, 116 km), 10 km above Izmail - 103 km, near Izmail - 96 km, Vostochniy arm (0.5 km, middle), the middle of the SAC dam, the end of the dam and some others.

Sampling of surface water is carried out according to: EU Water Framework Directive 2000/60/EC; National standard of Ukraine. Water quality. Sampling. Part 6. Guidelines for taking samples from rivers and streams (DSTU ISO 5667-6:2009 – ISO 5667-6:2005, IDT); National standard of Ukraine. Water quality. Sampling. Part 18. Guidelines for sampling groundwater from contaminated sites (DSTU ISO 5667-18:2007 - ISO 5667-18:2001, IDT).

The soils of the aeration zone are selected at the sites of the formation of hydraulic dumps (No. 6, 9, 12, 12b, 12c) and in the territories within the limits of their predicted impact. Sampling of soil samples and determination of the chemical composition of their extracts is carried out in accordance with the National Standard of Ukraine. Soil quality. Sampling. Part 1. Guidelines for drawing up sampling programs (ISO 10381-1:2002, IDT) DSTU ISO 10381-1:2004.

Water sampling for hydrochemical analysis was carried out in accordance with the current state standards of Ukraine (table 6.2).

**Table 6.2 – Characteristics of sampling methods for analysis**

<b>Standard number</b>	<b>Selection methods</b>	<b>The principle of the method</b>
DSTU 5667-3:2001	Water quality. Sampling Part 3. Guidelines for storage and handling of samples (ISO 5667-3:1994, IDT)	Almost all waters are sensitive to various reactions that may occur between sampling and analysis. Individual components can react by changing the quantitative and qualitative composition depending on the type of water and seasonal weather conditions. They choose a preservation method whose consequences will not interfere with further analysis
DSTU ISO 5667-6:2009	Water quality. Sampling. Part 6. Guidelines for sampling water from rivers and streams (ISO 5667-6:2005, IDT)	The selection of a specific point from which to take samples consists of two stages: a) selection of the sampling site (determination of the sampling site within the basin of a river, river or stream); b) determination of the exact location at the sampling site. The choice of the sampling site is determined depending on the purpose of the sampling: when discharged into a body of water or at a background point
DSTU ISO 5667-10:2005	Water quality. Sampling. Part 10. Guidelines for waste water sampling (ISO 5667-10:1992, IDT)	The goals of wastewater collection are to control its quality. Quality characteristics are aimed at determining the concentration of pollutants or their loads on treatment facilities for a long time. Objectives of quality control: provide data for control of treatment facilities; provision of data necessary for the protection

Standard number	Selection methods	The principle of the method
		of treatment facilities (for example, from the harmful effects of industrial wastewater); provide data to limit pollution during discharges into watercourses
DSTU ISO 5667-12-2001	Water quality. Sampling. Part 12. Guidelines for Sampling Bottom Sediments (ISO 5667-12:1995, IDT)	The biological survey covers the classification of species and the number of flora in the layer of exposition. Samples are taken in the main layer, the depth of which is no more than 50 cm
DSTU ISO 5667-14:2005	Water quality. Sampling. Part 14. Guidelines for ensuring the quality of sampling and processing of natural water samples. (ISO 5667-14:1998, IDT)	Sampling is the process of removing a portion considered representative of a body of water or 99 (or bottom sediments) in order to conduct research on various established parameters. approach to this issue. They consider such issues as choosing methods, determining sampling locations, the number and types of samples; organization of transportation, preservation and storage of samples

**Hydrological observations.** Hydrological observations are carried out with the aim of establishing the relationship between underground and surface waters, determining flows and their changes during the hydrological year, identifying the physical properties and chemical composition of surface waters.

The objects of hydrological observations are the main branch of the Kiliyskyi, rivers, streams, lakes, and existing canals, reservoirs, wetlands, irrigation and drainage canals, as well as the main canals that ensure the water exchange of the Danube with the lakes (their filling and discharge).

At the same time, the following data are set: the size and depth of watercourses and small reservoirs, lithological composition and water-bearing capacity of the rocks that make up the bottom and banks of watercourses and reservoirs; regime of surface waters; consumption of surface water taking into account hydrometeorological factors.

#### ***Methodology of ecological and hydrogeological investigations***

The complex of hydrogeological research ensures the reliability of hydrogeological information, which is necessary for a scientifically based solution of the tasks.

For the study of groundwater, geological and geographical research and observation methods (geomorphological, geochemical, structural-facies analysis, hydromorphometric, geobotanical and, if necessary, others) are used, which are transformed in relation to hydrogeological tasks.

As a result of their implementation, the following must be clarified and established:

- 1) water carrying capacity of various geological formations and structures;
- 2) distribution and conditions of underground water;
- 3) conditions of supply, movement and discharge of groundwater;
- 4) endurance in area and in section of water-bearing and water-resistant rocks;
- 5) quality, quantity and conditions of use of different types of groundwater;
- 6) the main natural and artificial factors that determine the hydrogeological features of the studied territory;
- 7) conditions for the protection of underground water;

Hydrogeological studies are carried out on a ready-made geological basis at the same time as other methods of research. In our case, the research is carried out with small-scale or medium-scale detail in order to assess the general hydrogeological conditions, determine the role of various factors in the formation of groundwater bodies, the water-bearing capacity of rocks, the quality and regime of groundwater, find out the main features of their nutrition, movement and unloading, participation in geological processes.

When conducting hydrogeological research, the following types and methods of research are used:

- 1) collection, systematization and analysis of materials from previously conducted studies;
- 2) adaptation of space photographs to ground-based visual observations;
- 3) ground visual observations (hydrogeological, geological, geobotanical, geomorphological, etc.);
- 4) observation of the underground water regime.

*Adaptation of space photographs* facilitates the identification of hydrogeological objects, their tracing and contouring by direct and indirect signs, which will provide the possibility of reducing the number of land routes, while maintaining the necessary quality of hydrogeological maps.

*Ground visual observations* allow to directly identify and most fully, comprehensively and reliably study hydrogeological objects and their possible manifestations.

Geomorphological observations are carried out in order to study the distribution and features of relief forms and their connections with underground waters; obtaining additional material for mapping geological structures and layers of rocks of different composition; identification of the nature, direction and intensity of exogenous physical and geological phenomena; assessment of geomorphological conditions for practical purposes, namely, the planned dredging activity in the Kiliya arm.

Geological observations are carried out with the aim of studying lithological features, physical properties and occurrence of rocks in order to establish the conditions of their hydration

and familiarization with the nature of stratigraphic and structural boundaries and contacts; ties of aquifers and complexes to lithological and stratigraphic strata; study of physical and geological phenomena and exogenous geological processes. The objects of geological observations are outcrops of rocks on the day surface, natural and artificial outcrops, sections of rocks that are exposed by mining, clearing, etc.

Hydrogeological investigations are carried out for the purpose of identifying hydrogeological objects and their manifestations; study of the degree and nature of the water-bearing capacity of rocks; conditions of occurrence, distribution, feeding and discharge of groundwater; their regime and relationship with surface waters; assessment of physical properties, chemical composition and quality of groundwater; their influence on the development of physical and geological processes, on rocks, on the conditions of operation of water intakes, etc.

The objects of hydrogeological observations are natural water bodies (springs, swamps, seepage areas, streams, surface watercourses and reservoirs); groundwater catchments (wells, wells, pits, galleries and other active and non-active mine workings and structures); water-bearing, water-free and water-resistant rocks, their water-filtering properties, as well as indirect indicators of hydrogeological conditions (relief, soil-vegetation cover, surface reservoirs, etc.).

Observations of sources include the location, number of the source, the height of the site of their exit in relation to drains, watercourses and geomorphological elements of the terrain and relief; the nature and type of the source, its contiguity to one or another aquifer; geological lithological characteristics of the horizon; nature of water output; flow rate, physical properties and chemical composition of water (if chemical analysis is carried out on site); gas emissions, radioactivity and the presence of chemical deposits; the nature of catchment; mode and use of spring waters.

The examination and description of other types of water points (wells, boreholes, pits, etc.) is carried out approximately according to the same scheme.

When inspecting existing water intakes, the source of water supply, the nature of water intake facilities, their location, mode of operation, water quality, data on changes in levels and flow over time, and other information are additionally clarified.

For the quantitative assessment of the studied water bodies, their flow rate is determined. Testing of wells and boreholes is carried out using manual or mechanized pumping.

Engineering and geological observations are conducted for the purpose of studying the water-physical and filtration properties of rocks; engineering geological processes and phenomena; preliminary assessment of the general engineering and geological conditions of the territory under study.

The objects of observation are rocks, soils of the aeration zone, physical and geological processes, engineering and geological phenomena, geostructural, geomorphological, hydrogeological, climatic and other conditions and factors.

Observation of the underground water regime are conducted to obtain data on the mode and balance of underground waters of the main aquifers spread over the area of ecological and hydrogeological research (in particular, groundwater of Quaternary sediments and the Sarmatian aquifer); to bring to the same date (synchronization) different time data on levels, flows, mineralization and chemical composition of groundwater; obtaining materials for assessing the impact of planned activities on the aquatic environment. As part of hydrogeological research, stationary observations in our case are carried out within one annual cycle.

Mining works are carried out during the study of the aeration zone, establishing the presence of sources, carrying out experimental and filtration field work and, if necessary, for the selection of monoliths. For this purpose, the most common mining operations are used - clearings, pits, ditches and pits.

Drilling wells is the main means of studying and mapping hydrogeological conditions as part of engineering and ecological investigations.

In the course of conducting hydrogeological investigations, if necessary, sounding drilling is carried out in order to detail and trace changes in the area of individual elements of hydrogeological conditions, to find out the structure and composition of the rocks of the aeration zone, the depth of occurrence and the quality of groundwater. This determines the small depth of sounding wells.

Research and filtration works are carried out only if it is necessary to obtain missing values of hydrogeological parameters.

Types of research and filtration works are pumping from wells, pits and wells.

**Geobotanical searches.** Geobotanical searches are carried out in places where there are no wells, wells and other outlets of groundwater in order to identify the areas with the closest groundwater level to the surface; their quality forecast; determination of the area of supply of fresh water lenses (at the storage areas of hydraulic dump Nos. 6, 9, 12b, 12c); boundaries between some lithological differences of rocks; identification of zones of development of salinization and desalination of soils in the aeration zone, landslide phenomena; quantitative assessment of changes in humidity; taking into account water consumption for transpiration and other indicators used in analytical calculations.

Plant groups - direct and indirect hydroindicators - were used as hydrobotanical criteria of hydrogeological conditions in the territory of the formation of hydraulic dumps.

Direct hydroindicators are plants whose root system reaches ground water or the water of the capillary border (border) lying above the aquifer (reeds, reeds, etc.).

Indirect hydroindicators are groupings formed by plants that exist due to the use of moisture from atmospheric precipitation (sagebrush, sedge, ephemera, mosses, and other plants).

These plants indicate a certain geomorphological situation and the corresponding composition of rocks and will allow us to indirectly judge the hydrogeological conditions in places where there are no manifestations of underground water. Geobotanical observations make it possible to identify areas with different depths of underground water, to give a forecast of water quality, to show the boundaries between some lithological differences of rocks, to determine the areas of feeding of freshwater lenses.

Geobotanical observations have a significant effect on deciphering hydrogeological features in different landscape conditions of the research areas. In the areas of development of marshes and marshy massifs, the type of water supply of the marshes is established according to the nature of the vegetation (sphagnum mosses - atmospheric supply; sedge, alder - soil supply), sources of springs (according to the presence of groves) and other hydrogeological indicators.

Geobotanical observations provide important information for hydrogeological mapping, as well as for identifying areas of development of salinization and desalination of soils in the aeration zone, landslides, quantitative assessment of changes in humidity, accounting for water consumption for transpiration and solving other tasks related to the characteristics of water-saturated rocks, since vegetation is their active and important component

***Survey of biotopes.*** For the field survey, a control walk in the area using the linear method (descent line) is used. Evaluator modelling the derived line in such a way that the transition through the biotope is the least difficult and so as to pass through the entire biotope under study at a maximum distance between passages of 100 m (within visibility). To improve the quality of the evaluation during the control tour, depending on the expediency and degree of homogeneity of the biotope, a larger number of stops (on average, one stop per 1 ha) can be established on the derived line, where individual criteria are evaluated and recorded, and only the obtained average is recorded in the notebook or a general value for the entire territory of the biotope.

During the survey, the method of expert visual assessment (share, participation, projective coverage) is mainly used. For some indicators, counts are used (dead, large and particularly valuable trees) in individuals per hectare (the total number of individuals per PML should be calculated per hectare or average values per hectare from individual plots). In order to determine the basic field data for the biotopes (slope steepness and exposure, height above sea level), measuring devices (inclinometer, compass, altimeter) are used or these data can be calculated from relevant available data (maps, GIS layers). A relascope or a measuring plate can be used as a tool to objectify the participation of trees.

Evaluation of the share, total projective coverage, closedness is carried out according to expert evaluation with accuracy to the whole %. The evaluator identifies individual taxa of plant species from trees, shrubs, and grasses to mosses and lichens (with the priority of identification in the specified sequence) on the surveyed site. Estimates of the coverage of individual taxa for trees (thickness at a height of 1.3 m  $\geq$  7 cm), shrubs and understory (trees with a thickness at a height of 1.3 m  $<$  7 cm) are estimated to the nearest whole percentage (in the case of rare individuals, if possible - more precisely), herbaceous plants: mosses and lichens are evaluated using the modified Tansley scale (1 -  $<$  1%, 2 - 1-25%, 3 -  $>$  25%) or in percentages.

Photos are an important source of information about the state of the forest biotope. For forest biotopes, photos of stands, crowns, undergrowth, and phytocenosis are required (if necessary, they can be combined).

#### Examination terms

During the entire growing season (from April to October), depending on specific climatic conditions.

Site code according to forest management materials - forestry, quarter, division.

Forest type – the type of forest prevailing in the surveyed area is indicated. In the case of the presence of several types of forest, no more than 3 main types are indicated on the PML. Data from forest management materials can be used as initial data.

Geographic coordinates – the WGS coordinates (N00.00000°, E00.00000°) of the center of the surveyed area are indicated (the expected accuracy of GPS is up to  $\pm$  10 m).

Biotopes of European significance found on the site – the code of the forest biotope of European significance found on the surveyed site in accordance with Resolution 4 of the Berne Convention is indicated. In the case of the presence of several biotopes, they are listed in descending order of their representation.

The share of the area of each biotope to the area of the surveyed area in the range from 1 to 100% is also indicated. If there are biotopes on the surveyed site that do not meet the criteria of a forest biotope of European significance, the name of the biotope according to the National Catalogue of Biotopes of Ukraine and its share in % are indicated.

Photographs – categories (types) of photographed images are indicated. It is desirable that the photos are geotagged or have accurate geographic coordinates recorded for them.

List of plant species - all taxa identified in a census plot of at least 100 m<sup>2</sup> are listed, and next to each is its projective cover. For trees, shrubs and undergrowth (high identification priority requires identification and recording of all taxa) with an accuracy of 1%, for other species (mainly differential, diagnostic and invasive species) in the modified Tansley scale (1  $<$  1%, 2  $<$  25%, 3  $>$  25%) or in percentage.

The site of the geobotanical description should be floristically and coenotically homogeneous.

***Methods of examination of non-forest biotopes.***

Freshwater biotopes.

Biotope monitoring is carried out in places where the studied biotope is present or potentially present (repeatedly confirmed in the recent past), which is usually present throughout the year, or only part of the year on the open surface of the water table (reservoir/flooded area). The object of the survey is the general water surface within which this biotope is found, or the exposed bottom (without a layer of water above the soil surface) of a part of the water surface where, under certain conditions (lowering of the water level and exposure of the bottom for a certain period), this biotope occurs. The identified biotopes are listed in the table, an example of a fragment of which is given in the table. 6.3.

**Table 6.3 – Identified biotopes**

<b>The code</b>	<b>English name</b>	<b>Ukrainian name</b>
C1.1	Permanent oligotrophic lakes, ponds and pools	Permanent oligotrophic lakes, ponds and reservoirs
C3.4	Species-poor beds of lowgrowing waterfringing or amphibious vegetation	Low-species thickets of low-growing coastal-aquatic and amphibious vegetation
C3.51	Euro-Siberian dwarf annual amphibious swards (but excluding C3.5131 Toadrush swards)	Euro-Siberian low-growing annual amphibian groups (with the exception of groups of the bayonet rush)

The area where this biotope is present is plotted on the orthophoto map; the presence of other biotopes or an open water table is also indicated.

All species and their coverage on a 5-point Tansley scale, detected during one pass through the territory, are recorded on the surveyed site. It is recommended to carry out a geobotanical description on the surveyed area within a square/rectangle with an area of 10 m<sup>2</sup>-16 m<sup>2</sup>. Within the accounting area, species with projective cover are recorded on a modified 9-point scale (van der Maarel 1979) or as a percentage.

It is recommended to measure the depth and transparency of the water, (at least visually on a 4-point scale from 1 = clear to 4 = completely cloudy), pH and electrical conductivity (conductivity) with a portable device (eutrophication or, conversely, oxidation, a drop in the water level can explain possible changes in the biotope) .

The formation of this type of biotope is not regular; they may occur annually or only once every few years. Therefore, their detection and examination is quite difficult.

Examination terms



The optimal period for the survey is the time when at least part of the water (flooded) surface is released from under water for a period of at least two months. Under natural conditions, this usually occurs in late summer and autumn (from September to November), but under certain circumstances, the bottom can also be released much earlier (for example, a lowering of a pond, a dry spring period without precipitation). The survey is carried out 2-4 months after the bottom is exposed/the water level drops in an area sufficient to identify and survey the biotope.

Observation of vegetation dynamics will be carried out by describing vegetation on transects in areas with different effects of anthropogenic factors (cattle grazing, recreation, pulp storage, fires, etc.), as well as studying the influence of natural abiotic and biotic factors.

Hydrobiological studies are carried out in the territories located in the zone of the Danube - Black Sea shipping route and in the zone of their influence.

Sampling is carried out with a Petersen dredger (average model – 0.025 m<sup>2</sup>) for 2-4 lifts per sample. Chamber processing of samples is carried out according to traditional methods. Organisms are weighed on torsion scales. The number and biomass are calculated per 1m<sup>2</sup> bottom area. Samples of phytophilic fauna are selected and processed according to the method of L. M. Zymbalevska (Zymbalevska, 1981).

Studies of macrozoobenthos groups and phytophilous fauna are carried out during field trips from May to November.

Ichthyological research is carried out according to generally accepted methods (Pravdyn, 1968) with special tools - a fry trawl, a fry dragnet, as well as drift nets, according to the established methods, which allow, after studying the biometric parameters, to release the fry into the reservoir undamaged.

The taxonomic affiliation of fish is determined with the help of determinants of both adults (Movchan, 2011) and young (Koblytskaya, 1981).

To study the migration of young sturgeon and other rare rheophilic fish species, fishing is carried out with a special fry trawl with a 10 mm mesh. Trawling is carried out using a motor vessel, with the same length of trawling, which makes it possible to obtain comparative data in a multi-year perspective (Balatskyi, Voloshkevich, 2011).

For the same purpose, fishing is carried out with drift nets with a mesh of 20 mm, which are carried out with the help of a fishing boat that floats along with the nets downstream. Fishing is carried out periodically, in certain sections of the river (tons).

In order to study the success of spawning of partial species of fish, research fishing is carried out with a 10-m-long fry trawl and a 7-mm mesh size.

*The state of the communities of amphibians and reptiles of the coastline and swimming during the creation of the DWNF Danube - Black Sea.*

The condition of the communities of amphibians and reptiles of the coastline and swimming during the creation of the DWNF Danube - Black Sea is carried out by the method of traditional field research during the daylight hours. The species composition and spatial distribution of amphibians and reptiles is studied during daytime walking tours. Special attention is paid to field research during the period of reproductive activity of these animals in spring and early summer, when they are most active during the day. The number of reptiles and terrestrial species of amphibians is studied by the route method on strips 10, 100 m long and 1-2 m wide (depending on the species of animal and the density of its population and the nature of the biotope), aquatic species of amphibians on sections of 10, 20 m of the coastline or on 1 sq. m of the water table (Biodiversity, 1999; Measuring, 2003).

The taxonomic affiliation of amphibians and reptiles of the batracho- and herpetofauna of the research area is determined using the "Identifier of amphibians and reptiles of the fauna" (Bannikov, Darevsky et al., 1977) and tables for determining amphibians of Ukraine in the reference guide "Amphibia of Ukraine" (Pysanets, 2007) .

The assessment of the dynamics of the number of birds and the influence of various factors on it is carried out by means of expedition surveys of the territories located in the zone of the Danube - Black Sea shipping route. The greatest attention is paid to the marine part of the territory, which is of the most importance for bird fauna in different periods of the year. In order to identify the influence of the channel in the coastal part, attention is paid not only to the region of the DWNF itself, but also to the entire coast.

The collection of data on the species distribution on the territory of the number of birds in mass seasonal aggregations, nesting success of colonial settlements and seasonal dynamics is carried out according to standard and generally accepted methods (Novikov, 1953, Syokhyn et al., 1998).

The total number of birds in the coastal zone is determined by counting on a standard 140-kilometre route, which covers the places of their seasonal concentrations as much as possible.

The greatest attention should be paid to the impact of DWNF on avifauna during nesting, since avifauna complexes are most vulnerable during this period.

The method of sample plots is most suitable for recording nesting birds, as it makes it possible to study in detail specific groups of birds in specific biotopes and subsequently compare them. This method provides information on the absolute number of populations, and sometimes on the area and placement of individual nest sites. However, there are significant drawbacks to this method that limit its use, for example, in species with two reproductive cycles, it is difficult or almost impossible to distinguish late-nesting birds from re-nesting ones (Vergeles, 1994).

The method of accounting for nesting pairs by the number of adult birds was used. For the effectiveness of this method, the birds (or nests) in some colonies are photographed and counted in the computer program Adobe Photoshop CS5 thanks to the "counter" tool function. This method gives a more accurate accounting result and reduces the time the accountant spends in the colony.

Methodologies for identifying and researching different species of plants and animals, as well as types of natural habitats, are very specific; usually require the right selection of the research season and the use of specialized equipment.

*Description of method 1 of data collection for field survey*

On the surveyed area, the area of the biotope is determined and all species and their projective coverage according to the Tansley scale, detected during one pass through this territory, are recorded.

If different types of biotopes, including those belonging to this group, are common on the surveyed site, the area of each biotope is determined separately. It is advisable to roughly mark the distribution of individual biotopes on the orthophoto map. It is also recommended to perform geobotanical descriptions for each type to reflect the presence of different types of vegetation within the site. The recommended size of the accounting plot is 16 m<sup>2</sup>, and within the natural limits of phytocenoses. Within the accounting area, all species are recorded and their projective coverage is indicated using a modified 9-point scale (van der Maarel 1979) or in percentages.

In addition to the species list of aquatic plants, we recommend recording the following ecological characteristics: average water depth in cm – 10 depth measurements in different places of PML in random order, channel substrate type – predominant type in 4 categories (1 = concrete, rocks, stones > 6.3 cm, 2 = gravel 0.2 – 6.3 cm, 3 = sand 0.063 – 0.2 cm, 4 = fine sediment <0.063 cm), water temperature, pH and conductivity are measured using a portable instrument.

Survey periods are from June 10 to the end of August in continental, steppe and Pannonian bioregions.

Determine the area of the biotope, within which all plant species and their projective cover are recorded using a 5-point scale (Kohler & Janauer 1995), which corresponds to the Water Framework Directive of the EU (Water Framework Directive) and the standard STN EN 14 184 (2003) and concerns aquatic macrophytes in flowing waters.

- 1 – singly (from 1 to 3 individuals),
- 2 – periodically (from 3 to 5 people),
- 3 – quite often (up to 10% coverage)
- 4 - often (from 11 to 50% coverage) and
- 5 – very often (over 50% coverage).

If there is also another type of biotope in the surveyed area, only the types of the biotope that are the object of the survey are recorded. It is advisable to roughly display the distribution of individual biotopes on an orthophoto map.

Within PML, all plant species and their cover according to the Kohler & Janauer scale, registered during one pass through this area, are recorded.

In addition to monitoring aquatic plants, it is recommended to monitor the main abiotic parameters (according to Janauer 2003; <http://www.midcc.at/main/PDF/Abiotik.pdf>).

- average water depth in cm – 10 depth measurements in different areas of PML, chosen in random order;
- the speed of water movement in the stream – assessment in 4 categories (1 = stagnant water, 2 = slow current  $\leq 30$  cm/s, 3 = average current 31 – 65 cm/s; 4 = fast current  $\geq 70$  cm/s);
  - bed substrate type – the predominant type in 4 categories (1 = concrete, rocks, stones  $> 6.3$  cm, 2 = gravel 0.2 – 6.3 cm, 3 = sand 0.063 – 0.2 cm, 4 = fine-grained sediment  $< 0.063$  cm);
- the type of shores is the predominant type in 4 categories (1 = concrete, rocks, stones  $> 6.3$  cm, 2 = gravel 0.2 - 6.3 cm 3 = sand 0.063 - 0.2 cm, 4 = fine-grained sediment  $< 0.063$  cm).

It is recommended to purchase a portable device and use it to measure temperature, pH, and electrical conductivity. This step is optional.

It is also advisable to make a geobotanical description of the surveyed area, the coordinates of which are determined using GPS. The size of the accounting plot is 16 m<sup>2</sup> (the length and width of the plot depend on the real situation), the description is carried out according to the method of the Brown-Blanquet school. Projective coverage is assessed on a modified 9-point scale (van der Maarel 1979) or as a percentage.

It is also necessary to record the % of the area (from the stream length of 500 m) on which the biotope that is the object of the survey is present in this locality.

*Description of method 3 of data collection for field monitoring*

Determined the area of the biotope. It records all species and their projective coverage on the Tansley scale, found during one pass through the territory. If another type of biotope is present in the surveyed area, only the species present in the area occupied by the biotope, which is the object of the survey, are entered in the form. A geobotanical description is also carried out within the area, the coordinates of which are determined using GPS and its area is:

- for C3.55– 4×4 meters, sometimes it can have a different shape, most often a rectangle of different sizes, the boundaries of which coincide with the boundaries of the area of the biotope released from under water with appropriate vegetation.

- for F9.1 and F9.3 - 15x15 meters, or other shape and size, depending on the shape and size of the bottom sediments released from under the water.

The geobotanical description is performed according to the method of the Brown-Blanke school. Projective coverage is indicated on a modified 9-point scale (van der Maarel 1979) or as a percentage.

The C3.55 biotope is specific, it is formed on the exposed sandy sediments of large rivers (along the channel). To survey the biotope, it is necessary to choose a section of the river, as a rule, in the middle or lower part, preferably in a meandering section, where it is assumed that during a significant decrease in the water level, bottom sediments will be released from under the water, will dry out and conditions will arise for the formation of this biotope. At least one representative description should be made on the selected section, indicating the number of other sections with its presence. In this case, it is necessary to record the % of the area where the biotope is present, and to indicate only those species that are part of the biotope that is the object of the survey.

#### Examination terms

- For biotope C3.55 - during the lowest water level in the channel, that is, as a rule, in summer and autumn (from the end of July to September 30) and during the flowering of the species *Calamagrostispseudophragmites*.
- For biotope F9.1 - from July 1 to September 30, and for biotope F9.3 - from mid-May to the end of July. Peat bogs are listed in table. 6.4.

**Table 6.4 - Peat bogs**

Code	English name	Ukrainian name
C2.12	Hard water springs	Hard water sources
D2.3	Transition mires and quaking bogs	Transitional swamps and marshes
D4.1	Rich fens, including eutrophic tall-herb fens and calcareous flushes and soaks	Rich bogs, including eutrophic tall grasses and carbonate bogs
D5.2	Beds of large sedges normally without freestanding water	Thickets of large sedges are mostly without stagnant water
X04	Raised bog complexes	Complexes of upland bogs

*Description of method 4 of data collection for field monitoring*

Determine the total area of the biotope. Within this area, all plant species and their cover according to the Tansley scale, registered during one pass through this territory, are recorded.

Peat bogs are usually characterized by a significant presence of bryophytes. If the expert knows these species, they should be recorded and the coverage of individual species should be indicated. Identification of bryophytes is mandatory, so if the expert cannot identify them, he collects mosses and sends them to a specialist bryologist for identification. Within the surveyed area, it is recommended to make a geobotanical description with the fixing of geographic coordinates using GPS. The accounting plot is 4×4 meters in size. The description is carried out by the methods of the Brown-Blanke school using a modified 9-point scale (van der Maarel, 1979) or in percentages.

Examination terms

From June 1 to September 30.

In the case of upland bogs, the geobotanical description should be established in places with the best-preserved vegetation. When surveying biotopes of active upland bogs, it is more appropriate to lay down descriptions in depressions (swampy hollows), where changes (especially fluctuations in the level of groundwater) are more noticeably reflected in the composition of the vegetation cover. The size of the site should be adjusted to the size and shape of the swampy hollow, taking into account the shape of its banks.

Within the degraded upland bogs, a registration plot is established in places with the most preserved remains of the upland bog vegetation. The accounting area should include places with a higher level of groundwater (swampy hollow, lowlands), if they exist. In areas where biotope reclamation measures have been taken (filling of channels, felling of self-sowing trees, etc.), priority is given to the establishment of accounting plots in such places. The accounting plot can have different dimensions than a 4×4 m square, the main thing is that the vegetation within its borders is as homogeneous as possible.

In the case of the survey of carbonate bogs, descriptions must be laid in places with the highest level of groundwater with typical developed peat vegetation. In the context of data collection, it is also worth noting the vitality of common swordgrass (at least the number of generative individuals).

The accounting area of hard water sources should be as homogeneous as possible, although this is difficult to achieve for this biotope and the shape of the area should be adapted to the area.

#### *Entomological studies*

Insects are the largest class of animals in the world fauna and the fauna of our country by number of species, representatives of which are an extremely important and integral component of all ecosystems, therefore entomological studies should be one of the most important when assessing the impact of planned activities on biodiversity.

Entomological research on the territory is most optimally carried out in the warm period of the year, the limits of which may vary slightly depending on the weather conditions and geographical latitude of the region, but mainly cover the period from the end of March to the beginning of November, because it is during this period that insects show their greatest activity, and they are easier to detect. However, there are exceptions: for example, some xylophagous and xylomycetophagous insects (various types of barbels, goldflies, weevils, etc.), at different stages of development, can be found under bark, in rotten wood, hollows, etc. throughout the year. Amphibious insects, for example, various species of dragonflies and predatory aquatic beetles, can be found in the imago stage (active predators that can fly) and the larval stage (predators that live in different types of water bodies) in the warm season, and in the cold season in in reservoirs, some species of dragonflies wintering in the larval stage and water beetles wintering in the imaginal stage can be found.

During insect research, biological (the flight periods of imagos, which plants they have trophic relationships with, at which stage of development they hibernate, etc.), ecological (which biotopes, stations, microstations are preferred) and behavioral features of each of the studied species are taken into account, and as well as their distribution on the territory of Ukraine. To do this, first of all, you should familiarize yourself with the data on these species available in the scientific literature, or you can use electronic sources of information on the Internet, while preference should be given to specialized scientific entomological portals, websites, electronic versions of scientific journals, etc.

Due to the fact that insects inhabit various biotopes and lead different lifestyles, their detection methods are very diverse and require the use of special entomological equipment. The main ones for different ecological groups of insects are discussed below.

*Identification of herpetobionts and insects that live on the surface of the soil and its upper layers.*

This ecological group includes, for example, turuns: *Carabus hampei*, *C. hungaricus*, *C. variolosus* too *C. zawadzskii*.

*Soil traps* are widely used to collect insects that move along the soil surface (herpetobionts). In its simplest form, these are pits and grooves for catching insects. Pits are dug in a rectangular shape with a depth of 30–35 cm, size 25 by 25, or better – 50 by 50 cm. The trenches are dug to the same depth, 20–30 cm wide, and the length depends on the purpose of the study. Various baits or cans (plastic cups) with a liquid containing a preservative (alcohol, vinegar, 4% formalin solution, etc.) are often placed at the bottom of pits and grooves.

A modification of pits for catching insects are soil traps in the form of glass jars, plastic cups, cylinders made of tin, which are buried so that their upper edge is at the level of the soil or slightly lower. They pour a fixative, most often 4% formalin. This kind of traps are called Barber's traps - after the surname of the author, who in 1931 first published the results of the study of arthropods that were collected using traps of this type. Traps are checked and cleaned daily, and with formalin - once every 7–10 days. They are usually placed in one line or in a checkerboard pattern or in the form of a square. It is also necessary to take care to protect the traps from rain (cover them with stones, a piece of wood or slate, etc., but so that there is a gap between them and the soil surface for free entry of insects). Sometimes bait is placed at the bottom of the traps (jam, jam, pieces of meat, wine vinegar, molasses, fermented beer, etc.).

In the case of collecting turun species that need protection, it is better to put some objects (pieces of wood or crumpled pieces of cardboard or fabric, moss, lichens, etc.) at the bottom of pits, grooves and dishes, under which the beetles that got into them can to hide until the researchers check them out. In such cases, the check must be carried out at least once a day, and preferably several times a day. In this case, the beetles will remain alive and can be photographed/identified and immediately released back into the wild.

*Manual collection.* Herpetobionts, inhabitants of mosses, the basal part of plants, roots, etc. are collected by raking the litter and catching insects with an exhaustor or a test tube. It is also possible to remove litter and moss with the help of a tourist collapsible shovel, a miner's shovel, a scraper, etc. Then the removed layers of the substrate are placed in a polyethylene bag. Samples brought to the laboratory are sorted into small portions on a piece of white Whatman paper or a tray. To do this, shake and tap the cut area of the sod on the collapsible surface. Small insects that fall out and jump out are quickly collected with an exhaust fan, and large ones are collected by hand and placed in mordants or test tubes.



*Electors* help collect insects based on the use of insect taxis (most often phototaxis or thermotaxis). With their help, it is possible to establish the start and end dates of the departure of many insects, for example, day and night butterflies, some phytophagous beetles, etc. Often, photoelectrics are also used to remove parasites from insect hosts in laboratory conditions.

The simplest design of a field photoelectric collector, similar to a house, is a frame on which a box with a gable or four-pitched roof is placed. The outside of the box is covered with white enamel or oil paint to prevent solar overheating and damage from rain, inside - with black oil paint. A hole is made on the side or top of the box, into which a glass flask or a wide test tube is inserted.

The walls of the vessel, which are adjacent to the photoelectric, should be wrapped on the outside by 3-5 cm with black paper, so that the insects that got into the vessel do not return back to the photoelectric. The photoelectric detector is placed on the area to be investigated so that the side with the vessel is turned to the north, otherwise the vessel will heat up and the insects will leave it or die in it.

Collection of hydrobiont insects (*Dytiscus latissimus*, *Graphoderus bilineatus*, larvae of all species of dragonflies) that live in the aquatic environment (hydrobionts) can be detected and collected using a circular water net, Balfour-Brown net, dredge, sieve, etc. The most common model of a water net is similar to an ordinary entomological net, but with a hoop of a smaller diameter (no more than 25 cm) and, most importantly, with a thick and strong handle. The base of the bag is made of dense fabric, and the main, working part of it is sewn from a fabric that allows water to pass through - small kapron mesh or gauze fabric. Water is filtered through this fabric after pulling the net out of the reservoir. The hoop of the net is made of thick wire with a diameter of 2.5–5 mm and attached to a strong stick, 2–2.5 m long.

Collection of invertebrates with water nets is carried out by several methods. When harvesting by mowing, the net is lowered into the water to the required depth so that its opening is perpendicular to the surface of the water, and it is led to the side, slightly tilting the hoop (smoothly describes eights). During general meetings of aquatic insects, the net is spent some time on underwater objects (algae and macrophytes, driftwood, etc.), after which the net is pulled out, moving it towards itself. It is impossible to lift the net above the surface of the water until the water has drained from the bag of the net, as this may lead to its breakage.

When collecting from the surface of the bottom and in thickets of macrophytes, the net should be moved against the current. It is recommended not to carry out the selection on the selected transect in one go, it is better to divide it into several, so that the material is easier to find among the collected plants and the selected bottom substrate.

During the selective fishing of aquatic insects, the collection is carried out as follows: the net is lowered into the water, placed under the insect and lifted up. In order for the net to move faster in the water, it is turned upside down and returned to its normal position only near the insect.

Quantitative collections are best carried out using a Balfaure-Brown net, which has a square shape. The use of this fishing gear also makes it possible to calculate the population density of the studied species. For the quantitative accounting of the species inhabiting the water column and the near-surface zone, 100 double sweeps are made with removal from the net as it fills no more than a third, so as not to spoil the material. In the case of collecting material within the boundaries of selected transects, the boundaries of the latter should be marked with stakes or flags.

When quantitatively collecting mosquito larvae and pupae, it is recommended to use a square net with a side length of 25 cm. A slow and steady sweep of the net over one meter four times provides information on the number of larvae and pupae per 1 m<sup>2</sup>.

Samples are analysed in a cuvette with a white bottom or on a light-coloured polyethylene oilcloth. First, macrophytes, branches and other large objects that have fallen into the net are examined, and then the soil is gradually sifted. If it is not possible to disassemble the sample on site, the sample is divided into several portions and placed in polyethylene bags for further processing in laboratory conditions.

In the case of catching adults and larvae of insects included in nature conservation lists, they are identified/photographed and returned to the reservoir, and other insects and invertebrates are placed in jars or test tubes with 96% alcohol or 4% formalin. It is not recommended to use mordants for killing aquatic insects, because a lot of water gets into them together with the insects, after which the insects are very deformed, their wings stick together, the larvae rot, etc.

*Collecting with pre-scaling* - the most effective method for collecting insects that do not swim well at shallow depths. Pressing the bottom of the mesh downstream, the bottom substrate above the mesh is shaken with the foot. Insects raised in the water column fall into the net. In areas without a current, above the scalamutite bottom, make movements that repeat the figure of eight.

To collect insects that live on plants floating on the surface of the water, it is necessary to immerse them in water and shake them slightly. Insects that are on them will float to the surface, after which they can be collected using a net.

To collect periphyton organisms, including insects, a scraper is often used, which consists of a rounded at the top or a completely square frame with a side of 20–30 cm, to the lower edge of which a sharpened steel plate (knife) with a width of 2 is attached at an angle of 45° -3 cm. The frame is attached to a stick 1–1.5 m long. A bag rounded at the end is sewn to the frame, which consists of a dense strong fabric for attachment to the hoop and a working part made of kapron gas No. 10.

To collect interstitial inhabitants of the boundaries of the aquatic and terrestrial environments, the method is used *splALing out*, which is most convenient in open shallow waters. Water is splALed onto the shore with hands or any vessel, after which insects washed from the soil are collected with a small net, hands or tweezers. In overgrown shallow waters, plants should be uprooted, which should be immediately inspected for the presence of insects, and only then proceed to hatching, leaving the plants in the study area.

The method of inspecting various substrata immersed in water has considerable effectiveness for collecting insects.

Stones with animals are collected by hand at an accessible depth. They are carefully separated from the soil, as mobile animals quickly run away, and placed in a container with water. The stones from the container are carefully examined one by one, and all discovered animals are transferred to a jar with a retainer. Carefully examine all growths, which may turn out to be the houses of the larvae of hairy moths or chironomids. Water from a tank with moving animals that left stones is filtered through a screen-washer made of gas No. 23. The remainder of the mesh is transferred to a jar with a retainer. A label is placed on each jar with the material.

Other objects immersed in water should be examined in the field, on a light-coloured plastic sheet. It is necessary to immediately collect all visible inhabitants, and then continue the inspection until complete drying, while inspecting all cavities, removing bark, separating leaf axils, breaking the substrate in search of miners (in plants) or commensals (in sponges).

When working with plants, they are pulled out by the root, while the above-water part of plants (for semi-submerged ones) can be cut with scissors beforehand. The root system is also carefully examined, because specific inhabitants can be found here.

To collect insects that actively swim in the water column (predatory beetles and bugs), "verse-type" traps are used, which are made from plastic bottles. To do this, cut off the upper third of the plastic bottle and insert the neck inside the lower part. Then these two component parts are fastened with tight metal clamps. At the bottom of the trap you can put bait (small pieces of meat, liver, fish, etc.). Insects accumulate in the back of the trap. To get the insects, it is necessary to remove the metal clamps and remove part of the trap from the neck. Before removing the insects, the bottle should be slightly shaken so that the insects cannot hide in the bait.

As a rule, 1.5-2 L bottles are used, but for collecting large insects such as *Dytiscus latissimus* and others, bottles with a neck diameter of more than 3 cm (5 l, drinking water bottles) should be used. It should be noted that all aquatic beetles and bugs breathe atmospheric oxygen, therefore, in the case of inserting such traps from spring to autumn, they should be left with some air and checked once or twice a day to prevent the death of caught insects. You should always mark on the shore with tape or buoy the place where the trap is set or secure it with rope or wire. The trap

should be placed downstream of the entrance so that, firstly, it does not get clogged, and secondly, so that the smell of the bait spreads downstream. Additional information on amphibian collection methods can be found in the article by Arkhipova et al. (2018).

In irrigated sphagnum bogs, the method of trampling is often used to collect insects, when the collector, trampling the moss, artificially creates water-filled micro depressions in the sphagnum cover. The insects that accumulate as a result of this in such micro-reservoirs are then collected with a small net.

The shaking method is also used to collect the adults of a number of amphibiotic insect species from trees and shrubs growing along water (see below).

*A collection of hortobionts, thamnobionts and flying insects.*

Mowing with an air net is one of the classic entomological methods. Gauze cloth or gauze is used as the mesh of the air mesh. The hoop of the net is attached to a strong handle with wire, the thickness of which should be 4–5 mm. To collect butterflies, dragonflies and other insects that fly high and fast, use a handle at least one meter long and a gauze bag, for others (insects that sit on plants) it is more convenient to have a handle of a net no more than 50 cm long, with a diameter of about 3 cm and nylon bag. Sometimes handles are used, which consist of several parts, and which can be lengthened or shortened if necessary. If it is necessary to carry out quantitative collections by mowing, 50–100 sweeps are made with a net on the grass and young shoots of shrubs and trees. During this, the hoop of the net should move along a trajectory that repeats the figure of eight. After a series of swings, it is placed vertically with a slight inclination or the opening of the bag downwards so that it hangs on the hoop and does not allow the insects that got there to crawl out and fly out, that is, the hoop of the net is turned 180°.

It is advisable to mow after the dew drops or rain have dried and move against the sun and wind during this, because the shadow can scare away insects, and the wind can twist the bag. Small insects are caught in a net with the help of an exhauster. Day butterflies and other large flying insects first fold their wings, carefully holding them by the chest through the fabric of the net, and then, catching them with your free hand, put them in a special paper bag and transfer them to the mordant. During this, it is most convenient to hold the handle of the net under the armpit. Adults of species that need protection are photographed so that their diagnostic signs are visible, and released into the wild.

A convenient way to manually collect insects sitting on inflorescences, shoots, and leaves is to shake them into an empty jar, stainer, or net. To do this, you need to carefully approach the plant, place a can (stain, net) under the object sitting on it, gently shake the object, and immediately close the can (stain) with a lid or wrap the net.

Biocenometers are used to collect and study the population of insects in the grass and soil surface. It is especially advisable to use them during the collection and quantitative accounting of mobile insects - grasshoppers, cicadas, bugs, butterflies, beetles, etc.

Biocenometers have different designs, but they are all arranged according to the same principle. A certain area of the soil with an area of 1, 0.5 or 0.25 m<sup>2</sup> is covered with the device, then all animals are taken from it, counted and transferred to a certain area, usually 1 m<sup>2</sup>.

A biocenometer with a bag is most often used. Its base consists of a square frame. Its lower edge is sharply sharpened, the upper edge is bent outward with an edge about 1 cm wide. Handles are attached to the biocenometer from the outside. The area it covers is 0.25 m<sup>2</sup>. The second part of the biocenometer is a bag 170 cm long (depends on the height of the researcher), without a bottom, with a diameter slightly wider than the frame. The lower half of the bag is made of strong fabric, the upper half is made of gauze.

The lower edge of the bag contains an elastic band, which is worn on the upper part of the frame, above the handles, under the edging. Then the bag is tied with a string in the middle, where the fabric is sewn with gauze. In this form, the biocenometer is draped over the area of the surface being investigated. The researcher pushes his head and hands into the upper part of the bag (the rubber band tightens it at the level of the chest or waist), then unties the string that intercepts the biocenometer, and ends up in the biocenometer. During this, the researcher must have everything necessary for collecting animals: stain, tweezers, test tubes, brush, etc. First, flying insects are caught from the biocenometer, then they are collected from plants and the soil surface. After that, the land around the biocenometer is cut, the biocenometer is removed and the area is continued to be explored.

The cut grass is transferred to jars or bags for detailed subsequent research in the laboratory. Insects found near plant roots are collected in separate test tubes; the turf is dug up and also placed in a jar or bag for detailed study. Then they start looking for animals in the soil.

*Merike Traps* is an uncommon but effective method of collecting insects. These traps are aimed at collecting a wide range of insects, but mainly anthophilic ones. The Merike trap is a plate, mostly yellow in colour, into which a soapy solution is poured to reduce the surface tension of the water. Traps can be placed both on the surface of the soil and on trees, bushes, etc. Flying insects, attracted by the bright colour, or those that climbed onto the plate, moving over the surface of the substrate on which the trap is set, drown in the solution. It is extremely important to check such traps several times a day so that the material caught in the trap does not start to decompose. Some researchers fill the traps with a 4% formalin solution, which prevents rapid deterioration of the material. Also, frequent checks of the contents of traps with a soapy solution can prevent the death of species included in the protection lists. During the inspection of the traps, all the liquid from the

trap is drained through a gas cloth, and everything that remains on the cloth is spread on cotton mattresses or placed in test tubes with alcohol or other fixing liquid.

*Malez's trap* was proposed by the Swedish entomologist R. Malezom in 1937. The principle of its operation is based on the manifestation of negative geotaxis in insects when they encounter any obstacle (vertical area) and positive phototaxis, which is characteristic of many of them. The trap is most effective for collecting some Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Heteroptera and Homoptera.

Malez traps in the form of a tent are widely used. The principle of its functioning is as follows. Insects accidentally fly into the tent, contact its walls, move up and concentrate at the highest point of the structure, penetrate through the cone-shaped sleeve into the vessel. To increase the effectiveness of the trap, it should be placed so that the vessel is on the south side. It is best to select insects daily in the evening before sunset or immediately after it, when daytime insects will no longer fall into the trap.

*Window traps* suitable for collecting flying insects, both soil and grass and shrub layers, as well as undergrowth. They are a container with a fixative (1-2% formalin solution) and a window glass or a piece of transparent plastic fixed in a vertical position. A flying insect hits a transparent barrier and falls down. Sometimes they also use traps in the form of sticky shields or glass that is smeared with glue. If the glass touches the bottom of the trough and is placed in such a way that one side of it faces one biotope, and the other - to the other, then the species composition of insects of these two biotopes can be compared.

*Light traps* designed to collect nocturnal insects (butterflies, beetles, Hymenoptera, Reticulata, Hairyoptera, bugs, etc.), but sometimes diurnal species also fly to the light of the lamp. DRV is most often used as a light source

For quantitative calculations and studying the dynamics of flight, it is convenient to collect all the insects that have flown onto the screen during every half hour and, after freezing, put them in a jar or box, having first laid this collection on top with a layer of filter paper and cotton wool, and then with the top layer, the collections of the next half hour are spread over it etc. Each layer should contain its own label.

Many species of insects are collected using strong-smelling baits. So, for example, to collect some moths, containers with a mixture of molasses, honey and beer are used, covering them with cheesecloth on top, which prevents the butterflies from spoiling as a result of their wetting, or they hang rags soaked in this liquid on tree trunks and branches. Sometimes such traps are used to study flight dynamics.

Deadvoids, turuns, staphylinids and flies are attracted to rotting meat, bird and rodent carcasses, which can be placed in cylinders, on a metal pallet or a sheet of plywood.

Coprophilous insects fly on the feces of cattle, dogs, etc. The study of such substrates should be carried out carefully and cautiously, because small beetles move quickly and deftly in the moves made by them. Insects are caught with tweezers and transferred to test tubes. After that, the upper layer of the substrate is carefully removed with a stick, knife or spatula and deeper areas are examined even up to 5–10 cm deep into the soil under the feces.

Mycetophagous insects (beetles and dipterans of various families) are attracted by fruiting bodies of fungi, mature and dried plasmodia of mucous membranes.

Collection of dendrobionts. Shaking them on a cloth or polyethylene oilcloth is often used to collect dendrobiont insects. A white cloth (oilcloth) is spread under a tree or shrub or it is attached to a frame in the form of an umbrella that folds up, and placed under a branch that is shaken by hand or hit with a stick. Insects that have fallen after that are collected from the fabric (oil pan) with the help of an exhauster, tweezers or by hand.

An effective method of collecting dendrobionts is the study of the subcortical zone of trees. After detecting a dead tree or stump, carefully separate pieces of bark, inspect its inner surface and trunk. Found insects are collected with an exhauster or tweezers in test tubes or stains.

Removal of insects from the branches, trunks and roots of trees inhabited by them is also used in laboratory conditions.

Dendrobiont insects are also collected with the help of trapping belts made of rags or burlap, tying them around a section of the tree trunk, which is previously smeared with clay to cover the cracks where the insects can hide. An inspection of such artificial hiding places is usually carried out once a week.

#### *Processing of collected entomological material.*

It is very important not only to collect entomological material, but also to properly process and preserve it so that it does not lose its scientific value and could be used for future research. The methods of fixing and storing entomological material are described in detail in special entomological literature, their review is not part of the tasks of this manual and the researcher can familiarize himself with them independently in the relevant literature.

It should be emphasized that it is forbidden to collect insect species that need protection for collections. Most of these species can be identified by an entomologist in the field, photographing specimens that have been caught, recording the location and time of their encounter in a field diary, and returning the insects to the wild. If desired, insect photos can then be posted on biodiversity research and data collection portals such as UkrBIN or iNaturalist. Information about the distribution of these species is extremely important for specialists from the relevant groups, first of all for drawing up distribution maps and updating biotope preferences of these species within Ukraine.

### *Study of species composition of fish.*

To identify fish species, it is necessary to use various fishing tools. At the same time, it should be remembered that certain tools (trawls, pond nets) require permits from the relevant state structures. Most methods are used during the warm season, because in winter fish are mostly in deep places and are inactive. Therefore, studies conducted in summer or autumn will be considered more reliable in terms of the number of detected species. In the spring, there is a spawning ban on many reservoirs, not only fishing, but also staying on reservoirs, for example, on boats.

Different tools are used on different types of water bodies. Thus, on reservoirs and large plain rivers, research is carried out with both passive tools (joint nets with different meshes) and active ones (trawls, fry dragnets). The most common model of a fry hopper is 7-10 m long, about 1 m high, 0.5 cm mesh. It is used mainly in the coastal zone, despite its name, it allows to detect not only young fish, but also adults, mostly of small size. However, in order to detect fish whose juveniles and adults are constantly in open water (for example, chehonya), it is necessary to use joint nets with a different step of the mesh, somewhere from 5 to 1 cm. In order to detect bottom species living in the middle of the river (various types of roaches), it is necessary to use bottom pond nets. There are many more types of gear for various needs, such as surveying fish larvae in the water column with plankton cone nets, fry and larvae with mill gas drifters, etc.

For small reservoirs, where it is impossible to use fry trawls and, even more so, pond nets due to their small size, uneven nature of the bottom, muddy bottom, channel clogged with fallen trees, electric fishing methods are mainly used in many countries. However, these methods are prohibited in Ukraine. Therefore, to detect fish, you can use lures for catching live bait, with a small mesh of about 0.5 cm and necessarily with a hard rim. Fish are caught by driving them to a dip net, in the coastal strip, among plants, in the current, among stones, etc. Thus, it is possible to find fish in almost any small and at least near the shore of shallow stagnant water bodies, small rivers, streams, etc. Another positive aspect of this method is that the fish are caught in small quantities and can be released virtually unharmed after species identification and length measurement. However, this tool is ineffective for detecting species that are kept far from the shore or at depth. Also less effective for large and medium rivers. On the other hand, some species that are almost not registered in industrial tools (joint nets) and other tools generally accepted for these reservoirs (trawls, fry dragnets) will turn out well with such pods. These species include common and northern sedges, European mustard, common sedge, lake sedge, and some others.

In addition to any of the methods described above, amateur fishing tools can be used, which, in combination with nets, allow you to detect the maximum number of fish species. Another method is to study the feeding of predatory fish, in the stomachs of which rare species of fish can be found, or those that live in hard-to-reach places.



For some species, there is a problem of their detection by standard methods due to the specificity of their habitats. Some of them can be fixed by using a hook on live bait or fishing rods, as mentioned above. However, for example, lampreys can be caught by these methods only sporadically and only in an adult state. Local residents in Polissia collect the larvae of the Ukrainian lamprey, sandfly, in a thick layer of coarse silt with the help of rakes for digging potatoes.

For migratory species, it is also necessary to take into account the seasonal dynamics of staying in certain places and, accordingly, the possibility of detecting them there. These species include various types of shemai, herrings of the genus *Alosa*.

The obtained data must be well documented for future use. It is necessary to indicate the date, place, reservoir, detected species and their number, length of individuals, other characteristics and geographical coordinates, if available. Found scurrying individuals can be frozen or fixed in a 4% aqueous solution of formaldehyde or in ethyl alcohol. If the species identification was not carried out by a specialist, it is better to at least photograph such fish in good quality so that the outstretched fins can be seen, the number of rows of scales, etc.

#### ***Methods of studying the species composition of amphibians and reptiles.***

Amphibians and reptiles are groups of lower vertebrates that are not the objects of commercial fishing, and therefore their registration and identification is difficult, since they can be found mostly by chance almost exclusively in their characteristic biotopes, at a certain time of day and season. Also, they can often be registered in anthropogenically modified territories, where they often fall into elements of human structures, being trapped. Most often, amphibians and reptiles can be recorded starting from early spring, when they come out to warm up after wintering during the mating season, and until late autumn, when individual individuals come out of their hiding places to warm up. Characteristic places of finds during the breeding season for amphibians are various bodies of water (channels, puddles, lakes, ponds, streams, swamps, flooded car tracks, old houses, etc.) that these animals use for spawning. Characteristic features of registration are also the ability to determine the presence of a species by audio signals (vocalization) of males. In the case of reptiles, more typical points of registration are open meadows, forest edges, ecotones (border areas between different biotopes), where these animals warm up and most often mate. Further during the year, the cases of detection of these animals are more sporadic, from single individuals run over on highways to separate meetings in their typical habitats (forests, swamps, near lakes, etc.). The small number of these animals, as well as the presence of characteristic morphological features clearly visible to the naked eye, makes it possible to create individual methods for the primary identification of these animals even by people who are not specialists. It is clear that for a more in-

depth and accurate analysis of the composition of the batracho- and herpetofauna, the participation of relevant zoologists is required, however, the use of the following methods will allow for a more complete assessment of the species composition, and in some cases to make contributions to the study of the number, ecology and phenology of these groups of vertebrates.

*Tailed amphibians.*

Crested newt (*Triturus cristatus*). The largest species of newts in the fauna of Ukraine. The size of adults with a tail reaches 11-13 cm. The general background colour is dark, brown-black. A characteristic feature is coarse-grained (smooth on the belly) skin, as well as a bright orange-yellow belly with large, clearly visible black spots. During the mating season, males develop a toothed ridge on the upper side of the body, which is clearly visible to the naked eye, stretching from the head to the base of the tail, where it is interrupted and then continues on both the top and bottom of the tail. After the end of the mating season, the crest of males decreases in size, but does not disappear completely and can still be seen. These newts are limited to forest and forest-steppe areas. Widespread in Polissia, Forest-Steppe, and along river valleys it can also enter the steppe zone. In the foothills of Transcarpathia and the Carpathians, it was recorded at altitudes up to 1450 m. After wintering, animals can be seen in ditches, small lakes, swamps and ponds with flowing or weakly flowing water. They are often recorded in car tracks and roadside ditches that are filled with meltwater in the spring. Newts spawn in these reservoirs and often stay in them until autumn. During seasonal spawning migrations, newts often die under the wheels of motor vehicles. These animals are often caught by fishermen because they hunt invertebrates, including worms, which are used as bait. Later, after the end of the breeding season, newts can be found in humid hiding places on land: under rotten stumps, snags, piles of stones, etc. Comb newts hibernate in soil cavities, burrows, rotten tree trunks, can climb into cellars and hydrotechnical structures, wells, pits, etc. This newt species is included in the list of animals of the Red Book of Ukraine. To assess the number and general condition of populations, it is necessary to carry out research by qualified zoological experts.

Danube newt (*Triturus dobrogicus*). These newts, with a total length of 11-12 cm, differ from other types of newts of the fauna of Ukraine by their elongated body. They live on the plains along the river. The Danube on the territory of Transcarpathia, as well as Odesa region. There are separate testimonies about their finds in the territory of the Kherson region. Theoretically, they can also occur on the territory of Mykolaiv Oblast. The general background of the body is dark brown with small round black spots. On the lower side of the body there are small light spots of irregular shape, which are also on the lower part of the head. A white-blue stripe runs from the sides of the middle of the tail. The abdomen is red-orange with dark spots. Males develop a dorsal crest during the breeding season, which is interrupted at the base of the tail. The species inhabits low-flow

reservoirs of floodplain forests, flooded meadows and swampy areas, channels and temporary reservoirs. Awakening after winter hibernation occurs in March-April. Around the beginning of July, newts are in reservoirs, which they leave in the second half of summer. On land, newts seek winter shelter and can be found in piles of leaves, fallen tree trunks, moss, snags, rotten stumps, under the bark of trees, between stones, in burrows and soil cavities, where they hibernate. Often, during such migrations, it can fall into traps (wells, pits, ditches), in which it can be found with regular inspection. They fall on the hooks of fishermen from time to time, hunting for worms. This newt species is included in the list of animals of the Red Book of Ukraine. To assess the number and general condition of populations, it is necessary to carry out research by qualified zoological experts.

### *Reptiles*

Swamp Turtle (*Emysorbicularis*). Most often, turtles can be found starting from April (and in the case of early spring, from March) throughout the year until September (in the case of a warm year, until October). Typical places of detection are various water bodies throughout the territory of Ukraine, deep enough to provide safe places for wintering (lakes, rivers, channels, ponds, swamps, etc.). They hibernate, burying themselves in silt at the bottom of reservoirs. Usually those animals that ended up in too shallow water bodies, as well as weak or sick animals die during wintering and their bodies can be seen in the water after the ice melts. In the future, living animals are most often and most easily detected visually in the first half of the day (in sunny weather) from a distance in warm-up areas. Such places can be the shores of reservoirs, coastal stones, trunks of trees that have fallen into the water, parts of higher aquatic vegetation, etc. Turtles have good vision, so at the first signs of potential danger, they quickly dive into the water from the warm-up area. In such places, turtles can be found throughout the year. Since the bog turtle is the only aboriginal turtle species on the territory of Ukraine, it is impossible to confuse it with another species. The only species (introduced due to the irresponsible attitude of amateur terrariumists) with which you can confuse the bog is the red-eared turtle (*Trachemyscripta*). However, if spotted, these species are easily distinguished by the red-eared turtle's flatter carapace and prominent elongated red/yellow spots on the sides of the head. The length of the carapace reaches 23 cm (usually 16-18 cm). In May-June, turtles are often found near reservoirs, and they usually head away from the reservoir. In such cases, most likely, we are talking about pregnant females heading to the places where eggs are laid. Often during the year, unfortunately, many animals during such migrations die under the wheels of cars, crossing the surface of asphalted and rural roads. The presence of dead animals in such cases is a reliable indication that this species is present in the vicinity. Often during such migrations (both females and young hatched later and heading back to the reservoir), animals fall into pits, ditches, old hydrotechnical structures, etc., becoming trapped. Regular inspection of such places will allow

not only to save the animal in time, but also to confirm the presence of the species in this area. Extremely often, bog turtles are accidentally registered during fishing, being on the hook, due to the fact that they peck at the bait no worse than fish. In such cases, the animal often dies later, because it is extremely difficult to pull out the hook, which usually gets too deep in the throat at the time of catching. In this case, the animal should be transported to the nearest veterinarian for qualified medical assistance. Also, being among piscivores, turtles often fall into nets and traps, which are usually set for catching fish and crayfish. Also, one of the most reliable ways to register this species is to contact a qualified zoologist who, based on the results of field research, will be able to confirm the presence or absence of the species in the studied area. To assess the number and general condition of populations, it is necessary to carry out qualitative research certified zoological experts.

*Methodology of ornithological research.*

Ornithological studies in the assessment of the impact on the environment include, firstly, establishing the fact of the presence of a certain species that has a protective status, and, secondly, researching its biotope distribution and abundance, studying the degree of influence of factors associated with certain types of activities, for which environmental impact assessment is carried out.

In order to identify a certain species, one should know in which landscapes and at what time of the year a certain species can be found. The first step is an analysis of the available literature, both general (which will provide general information on the phenology of the species and biotope preferences), and special ornithological literature (scientific journals, collections of theses and materials of regional, national and international conferences, field markers, popular scientific literature with birds of a certain area, encyclopedic publications, atlases of the nesting fauna of a certain country or continent as a whole, dissertation and diploma projects and presentations, etc.).

After carrying out preparatory work on researching literary sources, interviewing specialists, the next stage is a detailed study of maps and space photos of the venue research. This will make it possible to identify potential habitats of species that can theoretically be in the specified territory. Next, you should visit the selected potential areas and conduct a survey of them for compatibility with the habitats of a certain species/species, take as much detailed photographs of the area as possible.

The next stage is field work.

The detection of the species should be carried out in the appropriate biotopes and at the appropriate time of the year, when this species is present in the given territory (in the case of migratory birds, the dates are given in the phenological index) and when it shows the greatest activity. Sparrow-like and woodpecker birds are most active at the beginning of the nesting season: for titmice - this is from February 20 to the 3rd decade of April, for warblers and warblers - March -

the first decade of April, for thrushes - April (less than May), for larks - March - April, for birds of families *Miscicapidae* and *Sylvidae* - this is May, for thrushes - from mid-May to the end of July (for grey thrushes - April). Birds of prey are most visible both at the beginning of the nesting season - before the appearance of clutches, and during the feeding period: for eagles (except the golden eagle) it is the first half of April and June - July, for the white-tailed eagle - the first half of February and April - July, for the golden eagle - March and from the beginning of May to the beginning of July; for the goshawk, the short-legged hawk, the goshawk, the steppe boryvitra, and the great goshawk, it is May, as well as July. Cranes are most visible from mid-March to April 20. Stork-like birds are most visible in April (the kingfisher in May) and in June-August (however, from July 20, many of these birds stay outside the nesting colonies!). Owls are most active from mid-February to mid-April, especially in March, but the screech owl is active in May-June.

After the discovery of a species, the question arises as to the status of its stay, because birds are very mobile animals prone to migrations. In what case, when conducting a study, can we talk about the nesting of a species? First, it is in the case of finding a nest (both with chicks and clutches, and those in which the clutch or brood died) or a brood of young birds under the care of adult birds, or adult birds with nesting material (for sparrows also with dung capsules in their beaks). This is reliably confirmed nesting. Verification of this level is absolutely necessary in cases where we are talking about finding a certain species outside the boundaries of the main range or in the case of finding a species that is characterized by a constant change of nesting places and movement over considerable distances from season to season (tawny owl, screech owl, flamingo, pelicans, larks, terns, sandpipers, waders, grey and black-headed magpies). It is also desirable to establish reliable nesting sites for the rarest species, especially for those whose nests are subject to protection according to current legislation (birds of prey and owls, black stork, grey crane). Another level of verification is probable nesting: finding individuals of a certain species in a typical nesting biotope, where the species reliably nested no later than 30 years ago and where uninhabited nests of this species are currently found, where individuals of this species are indicated at least 3 times/season, or independent young birds are indicated before the start of migration movements and adults (in the case when a certain species nested in this place/tract no later than 30 years ago). Probable nesting is the finding of adults in a typical nesting biotope at least twice per season, provided that this area was nested no later than 30 years ago.

The concept of a potential nest biotope: the presence of a typical biotope of a certain species within a certain system of tracts (within one watershed or one river basin, sea water area, etc.), in which (system) the nesting places of the species are known, but outside the territory of the study. In this case, the research should ensure the preservation of potential habitats based on the calculation of the minimum density of the regional nesting group of the species. For example, in an old pine

massif with an area of 10,000 ha, there are areas of forest (birch over 100 years old, canopy density no more than 0.5), where eagles can potentially nest (*Aquila heliaca*), however, we do not know their nests, but in the valley of the same river (or its basin) there are nest groups of this species, the minimum density of which is 1 pair/5 thousand ha, the recommended radius of the protection zone, within which it is not possible to conduct change in vegetation cover is 75 m; thus, within the boundaries of the pine massif, where research is conducted, for example, on solid and selective felling of the forest, it is necessary to ensure the preservation of two areas with a radius of at least 75 m, which would be located at the greatest distance from each other and at least 2 km from populated areas. Such measures will help preserve not only the known modern nesting sites of this very rare species, but also preserve areas for further resettlement and population recovery.

Thus, in most cases, the observation of a certain species in a typical biotope at least 2 times/nesting season or at least once in the migration/wintering season is sufficient to include this species in the fauna list of the research area.

In order to monitor the impact of certain activities on populations of both rare and common species, annual censuses should be conducted. Bird records are carried out in two main ways: relative route accounting and approximate to full (absolute) accounting on accounting areas. The first method can be used in all biotopes, but mainly in forests, as well as in the case of "linear" habitats: spits, shores of reservoirs, ridges and rocky ridges, clay, sandy and other cliffs. The following requirements should be observed when conducting route accounting: the length of the accounting route for woodpeckers and sparrow-like birds should be at least 2 km, the desired width of the accounting strip is 100 m (in the case of "linear" biotopes - the width occupied by this biotope). For ducks, waders and raccoon birds and owls, the length of the accounting route must be at least 5 km, and for the accounting of owls and diurnal birds of prey - at least 10 km. It is advisable to keep records at least 2-3 times/season.

Accounting areas should be laid out in the following sizes: **A)** for recording sparrow-like birds and woodpeckers: in broad-leaved forests at least 10 hectares; in the woods: not less than 20 hectares; in mixed forests: not less than 15 hectares; in sparse forests and shrubs at least 10 ha; in open landscapes with swamps: not less than 15 hectares; in open dry landscapes: not less than 30 hectares; in the swamps: not less than 5 hectares; on unfixed and semi-fixed sands: not less than 50 hectares; **B)** for recording diurnal birds of prey and owls: in forest-steppe landscapes and forests with large areas of open swamps: at least 5,000 ha; in steppe landscapes with small forest areas: not less than 10,000 hectares; **C)** for recording owls (except owls): in forest-steppe landscapes and forests with large areas of open swamps: not less than 1000 hectares; in steppe landscapes with small forest areas: not less than 2000 hectares; **D)** for accounting of other species of birds (except for those mentioned above): in broad-leaved forests at least 20 hectares; in the woods: not less than

50 hectares; in mixed forests: not less than 30 hectares; in sparse forests and shrubs, at least 20 hectares; in open landscapes with swamps: not less than 20 hectares; in open dry landscapes: not less than 50 hectares; in the swamps: not less than 10 hectares; on unfixed and semi-fixed sands: not less than 150 hectares.

The method of multiple registrations and multiple mapping of all registrations of individuals, nests and other traces of vital activity of a certain species is the basis of the registrations in the areas.

All records of sparrows and woodpeckers should be carried out at dawn and in the morning (from 1 hour before sunrise to the end of the 3rd hour after sunrise, as well as between the 2nd (beginning of summer) or the 3rd (in spring) hours before sunset and up to 40 minutes after sunset. Owls are recorded half an hour after sunset and for 2 hours, as well as 1.5 hours before sunrise and until the moment when the lighting at dawn allows you to distinguish colours. It is better to record eagles and buzzards, buzzards, eagles, snake-eaters, and vultures from the end of the 3rd hour after dawn until noon, as well as from the 2nd hour after astronomical noon and up to 1 hour before sunset. Records of falcons, ospreys and hawks should be carried out from dawn to noon, as well as from the second hour after astronomical noon to the end of the first hour after sunset.

Weather conditions for registration: no heavy precipitation, no potential sharp cooling in the next 24 hours; absence of wind over 5 m/s. Under the conditions of warm weather and light rain, it is possible to effectively record in October (owls) and in March-April (owls and sparrow-like birds). It is better to record diurnal birds of prey in sunny, even hot, weather.

Special accounting requirements: A) it is better to record owls (except owls) on moonless nights or during the first/last quarter of the month; B) it is better to record the owl in the periods from half of the lunar disk through the full moon and up to  $\frac{3}{4}$  of the lunar disk at the waning; C) records of shepherd birds should be carried out with the help of a phonogram (or without it) throughout the night (more precisely, from the end of the first hour after sunset until the appearance of the sun's disk in the morning) in May - June; D) sleeping records should be taken during the hour from the end of the 1st hour after sunset to the end of the 3rd hour after sunset, from mid-May to the first decade of August.

*Application of special means.* When conducting ornithological studies, special tools are often used that facilitate the identification of certain species of birds. First of all, it is the use of phonograms when recording flocks of birds and owls. Sometimes the use of phonograms is also appropriate when recording some sparrow-like birds, especially small species of warblers, as well as woodpeckers and small flycatchers. The experience of recording the sound of large falcons (peregrine falcon and peregrine falcon) and a peregrine falcon is interesting: 40-50 minutes before

dawn and for 1 hour after dawn, as well as for 1 hour after sunset, you can scroll through the recording of territorial calls and alarm calls in places.

Other special means: catch birds with web nets or traps of the "Rybachynsky type" with further identification of the species, ringing and return to the wild. An important and productive method is the detection of species by tracks and molt feathers (or by long-term visual observation) near waterholes, as well as the use of camera traps near waterholes and in landfills, potential nesting and feeding holes, and potential nesting structures. The use of drones is highly effective both when detecting clusters of ducks at migration stops (especially on small ponds densely overgrown with reeds), colonies of terns, martins, herons and grebes, waders, and when recording birds in these colonies. At the same time, it is desirable to take photos and videos of such mounds and settlements with a camera mounted on a drone.

Ethical norms in conducting research:

- the death or injury of birds must not be allowed;
- it is desirable not to allow long-term (more than 1 day) removal of birds from nature: under the conditions, if there is no multi-year monitoring with ringing of birds in the same place, it is necessary to abandon the ringing of caught birds;
- when catching birds, the net should be checked every 15-20 minutes;
- it is not desirable to scroll the phonogram at a distance of less than 100 m (critical minimum – 50 m) from the owl/falcon/big hawk nest;
- inspection of the nests of diurnal birds of prey should be carried out in the period when the body of the chicks has already begun to be covered with feathers (for boriviters and other small species - these are chicks aged 20 days and older, for other species - at least 1 month); it is preferable to check (inspect) the nests from a nearby tree or from the ground;
- the search for nests of birds of prey should be carried out in the season after the end of nesting and before the beginning of a new nesting cycle: for white-tailed eagles – this is the period from June to the 20th of January, for golden eagles – from July to the end of February, for osprey, osprey, steppe boryvitra and peregrine falcon – from August to April, for other species – from mid-July to the end March; it is not possible to visit protected areas of nests during the period of nest repair and occupation of plots in the spring, as well as during the period of hatching of clutches and the presence of downy chicks in the nest (before the appearance of feathers); nests should not be visited in windy weather, during rain, or when the air temperature is below 20°C.

#### ***Methods of detecting mammals***

To identify mammal species, it is necessary to apply different methods and approaches that take into account the peculiarities of the biology and ecology of these species. Some of them are



based on the detection and determination of traces of animal activity, because most mammals are difficult to find in the natural environment. To determine the species composition of small rodents, insectivores, and bats, methods involving the capture of animals are used. Recently, species registration using camera traps has become more accessible and popular. Photofixation is most effective for large and medium-sized mammals.

River beaver (*Castor fiber*)

The search for traces of life activity of beavers is carried out by surveying water bodies. The presence of the species on the territory can be detected by characteristic gnawings on trees, the presence of beaver houses, channels, ditches, burrows and paths. A sign of an area inhabited by beavers during the survey period is fresh gnawing on trees and bushes. In summer, the spectrum of beaver nutrition consists of various types of plants, among which a significant share is occupied by higher aquatic plants. Therefore, there are usually fewer bites on trees in the summer. In the cold period of the year, animals feed mainly on trees and bushes that grow near water bodies, and stock up on branches for the winter. Coordinates are determined for beaver foraging areas, huts, dens, and dens discovered during the survey of the territory, which are then plotted on maps.

River otter (*Lutra lutra*), European mink (*Mustelalutreola*)

The presence of otter and mink can be detected during visual observation, following tracks on snow or wet soil during the survey of water bodies. It should be taken into account that the tracks of the European mink are very similar to the tracks of the American mink (mink). *Neovison vison*), non-specialists may also make a mistake in determining the species during visual registration. It is advisable to photograph the animals and their tracks during the survey of the territory. To detect the presence of species, the use of camera traps together with baits can be effective. For all places of registration of otters and minks, coordinates are determined, which are then plotted on maps.

Steppe ferret (*Mustela eversmannii*), diaper (*Vormela peregusna*)

The steppe ferret and the polecat lead a secretive lifestyle. Detecting the presence of species during visual observation is very difficult. During the survey of the territory, special attention should be paid to areas with burrows of gophers, marmots, and gophers. Methods of counting the number have not been developed. To detect the presence of species, the use of camera traps together with baits can be effective. Coordinates are determined for all places of registration of the steppe ferret and ferrets, which are then plotted on maps.

European gopher (*Spermophilus citellus*), spotted gopher (*Spermophilus suslicus*)

The two species of gophers are quite similar in appearance, behavior and habitats in which they live. Cases of hybridization between these species are known. The natural range of the European gopher in Ukraine covers Zakarpattia Oblast, Chernivtsi Oblast and the south of

Vinnitsia Oblast. Spotted ground squirrel is known from Lviv in the west to Kharkiv in the east. In the south, the range reaches the Black Sea in the section from the Danube to the Dnipro. Both species live mainly in pastures, ravines and streams, banks of small rivers and ponds, etc.

Gophers are colonial animals, which must be taken into account when looking for them. Gophers hibernate for the winter. They usually come out of hibernation from March, depending on the latitude and weather conditions. Piglets come to the surface from May. Gophers are most active during the day from 7 a.m. to 6 p.m. It is at this time that it is necessary to conduct searches and records. In the summer, in the hottest weather, activity may drop at 12-2 p.m. Adults hibernate in August-September, young ones in some cases can be active until November.

It is most effective to search for colonies in the second half of April - the beginning of May, when gophers have already come out of hibernation and the grass is still low, which allows you to see them better. To search, it is necessary to conduct hiking routes in characteristic biotopes. In some cases, it is possible to record from a car (only in places where gophers are already registered and with high activity of animals on the surface).

You can register gophers (in order of decreasing reliability):

- I. visually, preferably supported by photographs;
- II. acoustically - gophers have a species-specific whistle;
- III. according to the availability of burrows.

Burrows can serve as a source of the presence of a species only by the presence of the first two types of registrations. If holes were found during the routes, it is necessary to wait for a visual meeting with the animal, or to confirm the presence of gophers by the characteristic whistling from the holes. You can install a camera trap in front of the holes. Also, the presence is confirmed by the found dead individuals (including those killed on the roads). If gophers were found in the nests or on the prey of birds of prey, it is necessary to consult with an ornithologist about the size of individual hunting areas of predators. Looking for gophers should be organized based on the information received. It is also appropriate to survey local residents, primarily shepherds.

Population accounting can be carried out by counting burrows: absolute counting in the case of small colonies, or counting on transects. At the same time, the number of burrows per length of the transect is noted, and the total area occupied by the burrows is calculated. At the same time, it should be borne in mind that the number of burrows can never be directly translated into the absolute number of animals. If it is necessary to estimate the exact number, it is necessary to carry out catching with specialized live traps (for example, American Tomahawk Live Trap) and count the number by the catch-mark-recapture method. However, all species of gophers in Ukraine are listed in the Red Book of Ukraine, so any catching of them requires obtaining a special permit in accordance with the current legislation. Only qualified personnel may be allowed to catch. It is not

permissible to catch animals by pouring them out of holes, blowing into holes with exhaust gases, etc.

All meetings of gophers are described in a separate table. Maps of the location of the colonies, the number of burrows and the number of animals must be provided (only in the case of trapping and with a special permit).

#### Steppe mouse (*Sicista subtilis*)

A characteristic feature is a black stripe on the back, surrounded by two light stripes (which creates the effect of stripes), a short muzzle and a long tail. Much smaller than most other species, body weight 6-10 g. From a baby mouse (*Micromys minutus*) is distinguished by the presence of a strip (belt) on the back. From a field mouse (*Apodemus agrarius*) – much smaller in size (18-20 g adult field mouse, greyer colour of the back fur (bright red in the field mouse) and yellowish belly fur (white in the field mouse), colour of the limbs and tail (dark in the field mouse, light in mouse), with a relatively longer tail and a shorter muzzle. Wood mouse (*Sicista betulina*) differs from the steppe one by the presence of only one dark stripe (belt), a redder back colour and a relatively longer tail. Determination by photographs is possible only if there is a series of clear photographs in which you can see all the features of the colour and if there is a scale on them.

They are most often found in the south - Kherson region, Odesa region, Luhansk region and Crimea. Finds are possible in all other areas. Look for steppe mice in steppe and meadow-steppe areas, in gullies and ravines, sandy arenas with natural vegetation, etc. Meetings on agricultural fields are known in the past, so we cannot rule out such finds even today. However, the most effective search is in virgin steppe areas.

To search for mice, it is necessary to catch them by setting soil traps: cylinders or cones with a depth of at least 20 cm. Cylinders should be placed in a line of 50-100 traps (more is possible). The distance between traps is 10 m. Grooves or fences do not change the probability of catching mice, so it is not advisable to install them, because it leads to a violation of the biotope and inefficient use of the working time of specialists. Each line must be exposed for at least 3 days. Catching should preferably be done in dry weather. Cylinders or cones should have perforations for drainage in case of rain. In case of heavy rains, fishing is not carried out. In the summer, traps should be checked as early as possible in the morning to avoid the death of animals from overheating. In the case of a high number of predators (foxes, raccoon dogs, jackals, etc.), it is necessary to check the traps at midnight. To assess the presence of a species, it is necessary to conduct at least 500 trap-days with cylinders for at least 3 days. If the research is conducted in areas with a large number of steppe landscapes (psamophyte steppe areas, ravines and gullies, coastal steppe areas, etc.), the number of trap days and the duration of the study should be increased. The use of Hero dies that kill animals is not allowed. The efficiency of using standard live traps to

record small mammals is very low when searching for voles. Therefore, it is not possible to carry out records exclusively with live traps in places where mice may be registered. The use of soil traps is mandatory. It is advisable to search for and record mice from May to September. The steppe mouse is a species that goes into winter hibernation.

After conducting the research, information is provided with the location of the lines of catches, the coordinates and dates of all finds are provided.

**Phytoplankton.** Phytoplankton is one of the most dynamic components of aquatic biota and a significant indicator of changes, the main producer of primary organic matter and oxygen in water bodies, an active participant in self-cleaning processes. Many types of algae act as indicators of water quality. Phytoplankton biomass, according to the WRD, is one of the main hydrobiological indicators for determining water quality.

Algological samples are selected and processed in accordance with generally recognized hydrobiological methods.

The choice of methods for the selection of algological samples is determined by the purpose of the study. Collection of data on phytoplankton during biological monitoring is carried out in accordance with a certain plan, which includes a scheme of spatial (vertical and horizontal) and temporal sampling. Most often in scientific and applied research, methods of algal sampling are used for quantitative analysis followed by determination of the qualitative composition and calculation of the number and biomass, according to which the assessment of water quality and the ecological state of the reservoir is carried out.

When studying the phytoplankton of the surface layers of water, samples are taken by scooping water from the surface of the reservoir into a container of a certain volume (clean plastic or glass bottles with lids that close tightly). In reservoirs with poor phytoplankton, it is recommended to take samples with a volume of at least 1 l, with rich ones, the sample volume can be reduced to 0.5 l. To take samples from different depths, bathometers are used, among which the Rutner bathometer is the most common. At the same time, water temperature, depth, and transparency are measured using a Secchi disc at each cross-section.

Some of the collected algal samples can be analyzed in the live state within a short period of time after collection (a few hours), but in most cases a more detailed analysis is required, for which the samples are fixed and settled.

The most common preservative is formalin - a 40% solution of formaldehyde, which is added to water samples at a rate of 1:100, to a faint odour. Then the bottle is tightly closed with a lid and left to stand for several days to 2-3 weeks, depending on the research objectives.

All bottles (bottles) must be labelled with the sample number, date and place of sampling. Separately, in a field diary, researchers record all the necessary data regarding sampling: the name

of the reservoir, the station number, its coordinates on the reservoir and the corresponding geographical "reference" of the station, the date of sampling (date, month, year, time of day), water transparency, sample volume, water and air temperature, amount of oxygen, hydrometeorological data on the state of the weather, the presence or absence of signs of "blooming" on the surface of the water caused by the mass development of algae, films of oil products, garbage, visually marked sources of wastewater entering the reservoir, garbage dumps in the area of nature conservation strips of the studied reservoir.

When the settling time has passed, the plankton samples are thickened using the siphon tube method, classic for algalological research: with the help of a glass tube, one end of which is tightened with a mill sieve No. 77 in several layers, and the other is connected to a rubber hose, the middle layer of water is very slowly and carefully sucked off, so as not to disturb the sediment.

**Zoobenthos.** Benthic invertebrates are collected using generally accepted hydrobiological methods. Quantitative samples are taken with Petersen dredges or, on soft soils, with scrapers. For large hydrobionts, it is possible to use a dredge, which is dragged along the soil for a certain number of meters. When working with different dredges, the number of samples taken at each station is different and depends on the composition and amount of benthos, the amount of soil, and the area captured by the device. Therefore, when working with a dredge with a capture area of  $1/25 \text{ m}^2$  it is recommended to take at least two notches, and with a smaller area (rod dredgers - at least 4–5 notches.).

After selection, a dipper (scraper) with the selected soil is placed in a basin, a cuvette, it is opened and the soil is washed off with a stream of water, or by slightly lifting the dipper above the container, it is freed from the sample. Soil residues on the walls of the device are washed away before the main sample. If the sampled soil does not completely fill the dipper, the sample is not taken into account and the sampling is repeated. The nature of the soil is determined at each sampling point. Determination of the type of bottom sediments, sufficient for the purposes of biomonitoring, can be carried out according to the following scheme: stony, stony-sandy, sandy, sandy-silty, silty-sandy, silty, clayey, turfy, primary soil, etc.

To separate the fauna from the soil, a sample containing benthic organisms is placed in a basin, after which it is agitated with circular movements, preventing mud and organisms from settling to the bottom, water from the basin or cuvette is poured into a 20-30 cm diameter washing net with a bag of mill gas. After that, water is added to the basin and the actions are repeated. Turbidity and fusion are carried out until the water is clear enough to check that no living organisms are being washed out of the sample. After that, the remains of the soil are sifted in order to remove molluscs and other organisms that were not washed into the net. The contents of the net are

transferred to a cuvette, where a preliminary record of the composition of organisms is made. The washed sample is fixed with a 40% formalin solution or 700% alcohol.

All collected and recorded material is labelled. The sample number must be put on the jar, for this they use stickers from a pharmacy plaster, on which they write with a waterproof pencil or pen. The number is entered in the researcher's field diary, "Field Protocol" and in the expedition journal. Labels are written on parchment paper with a simple pencil, after checking its resistance to the liquid used to fix the sample, and are inserted directly into the sample. The following information is indicated on the label: sample number, date, name of the water body, coordinates, conditions of finding (depth, soil, etc.), method of material collection, surname of the person who collected the material. It is desirable to have typographically printed forms of labels with the name of the expedition and the organization that conducts biomonitoring and the dates of selection.

**Hydrochemical studies.** Hydrochemical studies are conducted in order to identify the hydrochemical characteristics of surface waters, to assess their quality, to change the forecast of the results of the implementation of planned activities, and also to determine the degree of salinity.

**Water sampling.** Water samples are taken with a Ruttner bathometer or a similar sampling device from the surface horizon (0.5 m). Selection and preliminary processing of bottom sediment samples. A Petersen dredge, a Van-Vine bucket, or a similar sampling device is used for bottom sediment sampling. Samples are taken from the upper horizon (0-5 cm) and dried at room temperature without heating and access to direct sunlight. The dried samples are sieved on a 1 mm sieve. Determination of the value of indicators of bottom sediments is carried out per 1 g of air-dry soil.

**Selection and preliminary treatment of soil samples.** Soil sampling is carried out from the top layer of 10-20 cm. Preliminary treatment is similar to that described for bottom sediments. Preliminary treatment of water samples. Water samples for determining the content of photosynthetic pigments of phytoplankton are filtered with the preliminary addition of a suspension of BaCO<sub>3</sub> through membrane filters No. 2 with a pore diameter of 0.5 μm, directly at the sampling site, or in laboratory conditions within a few hours after sampling. Filters with samples are dried and stored in a desiccator.

**Extraction of pigments from bottom sediment samples.** To extract photosynthetic pigments, samples of bottom sediments are poured with heated 96% ethyl alcohol and extracted for 2 hours without direct access to sunlight with periodic shaking. The extract is filtered on "blue ribbon" paper.

**Colourimetry of extracts.** Extracts are colourimetric at optical wavelengths of 430, 480, 630, 645, 665 and 750 nm. Then it is acidified and after 15 minutes it is colourimetric again at 665 and 750 nm.

UKRNDIEP has certificate No. 01-0077/2021 dated July 19, 2021, which certifies that its Analytical Center meets the certification criteria in accordance with DSTU ISO 10012:2005. Characteristics of hydrochemical research methods are given in table 6.5.

**Table 6.5 – Characteristics of hydrochemical indicators control methods**

<b>Indexes</b>	<b>Methodology of measurements</b>	<b>Purpose and field of application</b>	<b>The principle of the method</b>
1	2	3	4
Surface waters			
Mass concentration of ammonium ions	MVV No. 081/12-0106-03 Surface, underground and return waters. The technique of measuring the mass concentration of ammonium ions by the photocolourimetric method with Nesler's reagent	The technique of measuring the mass concentration of ammonium ions by the photocolourimetric method with the Nesler reagent in surface, underground and return waters	The method is based on the reaction of the interaction of ammonium ions with potassium tetraiodo-mercuroate in an alkaline environment with the formation of a brown, water-insoluble iodide salt. The optical density is measured by the photocolourimetric method. The content is determined by the grading characteristic
Mass concentration of anionic surfactants (ASA)	KND 211.1.4.017-95 Methodology for extraction-photometric determination of anionic surfactants ASA with methylene blue in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for the determination of synthetic ASA in natural waters of any mineralization with a content of 0.01-0.4 mg/dm <sup>3</sup> . With a higher ASA content, the sample is diluted with distilled water	The determination of synthetic ASA is based on the interaction with a cationic dye with the formation of a coloured complex compound that can be extracted from the aqueous medium with chloroform. Chloroform extract is photometerized. The optical density of the formed compound is directly proportional to the concentration of ASA in water up to 0.4 mg/dm <sup>3</sup>
Biochemical oxygen consumption (BOC <sub>n</sub> )	KND 211.1.4.024-95 Methodology for determining biochemical oxygen consumption after n days (BOC) in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining biochemical oxygen consumption after n days of incubation (BOC <sub>n</sub> ) of industrial waste water, treated waste water and natural water. The final result of the measurement is determined by a combination	The method includes: neutralization of the studied water sample and its dilution with different volumes of water with a high content of dissolved oxygen, with aerobic microorganisms, and, if necessary, with nitrifying additives; incubation of the sample for a certain period at a certain temperature without the access of air and light in a completely filled and corked glass; determination of the concentration of dissolved oxygen before and after the incubation period by the method of



Indexes	Methodology of measurements	Purpose and field of application	The principle of the method
1	2	3	4
		of chemical and biochemical processes.	volumetric iodometric titration.
pH (un. pH)	MVV No. 081/12-0317-06 Surface, underground and wastewater. The method of performing measurements of the hydrogen pH indicator by the electrometric method	The method of performing measurements of the hydrogen pH indicator by the electrometric method in surface, underground and return waters	The method of direct potentiometry with the help of a pH meter measures the value of the equilibrium potential of a glass electrode immersed in a sample solution relative to a silver chloride or calomel reference electrode
Mass concentration of suspended substances	KND 211.1.4.039-95 Methodology for gravimetric determination of suspended (suspended) substances in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining suspended (suspended) substances in natural and wastewater	The method of measuring the mass concentration of suspended substances consists in filtering water samples through paper or membrane filters, drying samples of the filtered parts and weighing the dried sediment
Mass concentration of total iron ions	KND 211.1.4.034-95 Method of photometric determination of total iron with orthophenanthroline in surface and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining total iron in colourless and slightly coloured purified wastewater and natural waters	The method is based on the interaction of ferrous ions with phenanthroline with the formation of a red complex, the reduction of iron (III) to iron (II) and the subsequent determination of light absorption.
Mass concentration of calcium ions	MVV 081/12-0644-09 Surface, underground and return waters. The method of measuring the mass concentration of calcium and magnesium by the titrometric method	Methodology for measuring mass concentrations of calcium and magnesium in surface, underground and return waters	The method is based on the formation of calcium and magnesium complexes with trilon B. The volumes of Trilon B. solution used for calcium titration with the murexide indicator and magnesium titration with the eriochrome black T indicator are measured by the titrometric method.
Mass concentration of dissolved oxygen	MVV 081/12-0008-01 Surface and treated wastewater. Methodology for measuring dissolved oxygen by iodometric titration according to Winkler	method of measuring the mass concentration of dissolved oxygen in surface and purified wastewater using the iodometric titration method	The measurement method is based on the interaction of manganese hydroxide with oxygen dissolved in water in an alkaline environment. The content is determined by titration and calculation

Indexes	Methodology of measurements	Purpose and field of application	The principle of the method
1	2	3	4
		according to Winkler	
Permanganate oxidation	MVV 081/12-0016-01 Surface waters. Methodology for measuring permanganate oxidizability	method of performing measurements of permanganate oxidation of dissolved organic substances of surface waters of land	The measurement method is based on the oxidizability of dissolved organic substances with subsequent titration. The mass concentration of oxygen is determined by the calculation method. The determination of permanganate oxidizability in an acidic environment is hindered by chlorides at concentrations higher than 300 mg/dm <sup>3</sup> .
Mass concentration nitrite ions	KND 211.1.4.023-95 Method of photometric determination of nitrite ions with Griess reagent in surface and treated wastewater	The methodology establishes an algorithm for the determination of nitrite ions in colourless and slightly coloured purified wastewater and natural waters	The method is based on the diazotization of sulfanilic acid with nitrites and the measurement of light absorption.
Mass concentration of orthophosphate ions	MVV 081/12-0005-01 Surface and treated wastewater. Methodology for measuring the mass concentration of dissolved orthophosphates in surface and treated wastewater	Methodology for measuring the mass concentration of dissolved orthophosphates in surface and treated wastewater	The method is based on the reaction of orthophosphate ions with ammonium molybdenum acid in an acidic environment in the presence of potassium antimony acid with the formation of phosphoromolybdenum heteropolyacid. When a reducing agent is added, "molybdenum blue" is formed. The optical density is measured by the photometric method. The content is determined by the grading characteristic.
Mass concentration of dry residue	KND 211.1.4.042-95 Methodology for gravimetric determination of dry residue (dissolved substances) in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining the dry residue (dissolved substances) in natural and wastewater	The determination method consists in evaporating moisture from a filtered water sample, drying the residue and weighing it

<b>Indexes</b>	<b>Methodology of measurements</b>	<b>Purpose and field of application</b>	<b>The principle of the method</b>
1	2	3	4
Chemical oxygen consumption (COC)	KND 211.1.4.021-95 The method of determining the chemical oxygen consumption of COC in surface and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining chemical consumption (COC) in surface and wastewater	The COC method is based on the oxidation of organic and inorganic substances contained in water with potassium dichromic acid in an acidic medium during boiling
Mass concentration sulfate ions	MVV 081/12-0007-01 Surface and treated wastewater. The technique of measuring the mass concentration of sulfates by the gravimetric method	The technique of measuring the mass concentration of sulfates by the gravimetric method in surface and treated wastewater	The method is based on the formation of a poorly soluble precipitate of barium sulfate when adding a solution of barium chloride to the sample being analysed. The sediment is separated by filtration, washed, dried and roasted to a constant mass. The mass of sediment is measured by the gravimetric method. The content is set by the calculation method.
Mass concentration chloride ions	KND 211.1.4.037-95 Methodology for mercurometric determination of chlorides in surface and wastewater	Techniques for measuring mass concentrations of chlorides in surface and wastewater	The basis of the method is the interaction of chlorides with mercury ions with the formation of a poorly dissociated compound during titration
<b>Backwaters</b>			
Mass concentration of ammonium ions	MVV No. 081/12-0106-03 Surface, underground and return waters. The technique of measuring the mass concentration of ammonium ions by the photocolourimetric method with Nesler's reagent	The technique of measuring the mass concentration of ammonium ions by the photocolourimetric method with the Nesler reagent in surface, underground and return waters	The method is based on the reaction of the interaction of ammonium ions with potassium tetraiodo-mercuroate in an alkaline medium with the formation of a brown, water-insoluble iodide salt. The optical density is measured by the photocolourimetric method. The content is determined by the grading characteristic.

Indexes	Methodology of measurements	Purpose and field of application	The principle of the method
1	2	3	4
<b>Mass concentration of anionic surfactants (ASA)</b>	KND 211.1.4.017-95 Methodology for extraction-photometric determination of anionic surfactants ASA with methylene blue in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for the determination of synthetic ASA in natural waters of any mineralization with a content of 0.01-0.4 mg/dm <sup>3</sup> . With a higher ASA content, the sample is diluted with distilled water.	The determination of synthetic ASA is based on the interaction with a cationic dye with the formation of a coloured complex compound that can be extracted from the aqueous medium with chloroform. Chloroform extract is photometerized. The optical density of the formed compound is directly proportional to the concentration of ASA in water up to 0.4 mg/dm <sup>3</sup> .
Biochemical oxygen consumption (BOC <sub>n</sub> )	KND 211.1.4.024-95 Methodology for determining biochemical oxygen consumption after n days (BOC <sub>n</sub> ) in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining biochemical oxygen consumption after n days of incubation (BOC <sub>n</sub> ) of industrial waste water, treated waste water and natural water. The final result of the measurement is determined by a combination of chemical and biochemical processes.	The method includes: neutralization of the studied water sample and its dilution with different volumes of water with a high content of dissolved oxygen, with aerobic microorganisms, and, if necessary, with nitrifying additives; incubation of the sample for a certain period at a certain temperature without the access of air and light in a completely filled and corked glass; determination of the concentration of dissolved oxygen before and after the incubation period by the method of volumetric iodometric titration.
pH	MVV No. 081/12-0317-06 Surface, underground and wastewater. The method of performing measurements of the hydrogen pH indicator by the electrometric method	The method of performing measurements of the hydrogen pH indicator by the electrometric method in surface, underground and return waters	The method of direct potentiometry with the help of a pH meter measures the value of the equilibrium potential of a glass electrode immersed in a sample solution relative to a silver chloride or calomel reference electrode

Indexes	Methodology of measurements	Purpose and field of application	The principle of the method
1	2	3	4
<b>Mass concentration of fats and oils</b>	MVV 081/12-0646-09 Surface, underground and return waters. The technique of measuring the mass concentration of fats and oils by the gravimetric method	The method of measuring the mass concentration of plant and animal fats and oils, other lipids, as well as mineral oils in samples of surface, underground and return water by the gravimetric method	The method is based on the extraction of vegetable and animal fats and oils, other lipids, mineral oils from a water sample with petroleum ether, evaporation of petroleum ether and gravimetric measurement and mass of the residue; dissolution of the suspended residue in petroleum ether, separation of polar compounds on an aluminum oxide column, evaporation of petroleum ether and gravimetric measurement of the mass of the residue
Mass concentration of suspended substances	KND 211.1.4.039-95 Methodology for gravimetric determination of suspended (suspended) substances in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining suspended (suspended) substances in natural and wastewater	The method of measuring the mass concentration of suspended substances consists in filtering water samples through paper or membrane filters, drying samples of the filtered parts and weighing the dried sediment
Mass concentration of total iron ions	KND 211.1.4.034-95 Method of photometric determination of total iron with orthophenanthroline in surface and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining total iron in colourless and slightly coloured purified wastewater and natural waters	The method is based on the interaction of ferrous ions with phenanthroline with the formation of a red complex, the reduction of iron (III) to iron (II) and the subsequent determination of light absorption.
Mass concentration of dissolved oxygen	MVV 081/12-0008-01 Surface and treated wastewater. Methodology for measuring dissolved oxygen by iodometric titration according to Winkler	method of measuring the mass concentration of dissolved oxygen in surface and purified wastewater using the iodometric titration method according to Winkler	The measurement method is based on the interaction of manganese hydroxide with oxygen dissolved in water in an alkaline environment. The content is determined by titration and calculation

<b>Indexes</b>	<b>Methodology of measurements</b>	<b>Purpose and field of application</b>	<b>The principle of the method</b>
1	2	3	4
Mass concentration nitrite ions	KND 211.1.4.023-95 Method of photometric determination of nitrite ions with Griess reagent in surface and treated wastewater	The methodology establishes an algorithm for the determination of nitrite ions in colourless and slightly coloured purified wastewater and natural waters	The method is based on the diazotization of sulfanilic acid with nitrites and the measurement of light absorption.
Mass concentration orthophosphate ions	MVV No. 081/12-0879-13 Return, surface, underground waters. The technique of measuring the mass concentration of orthophosphates by the photocolourimetric method	Methodology of measurements mass concentration of orthophosphates by the photocolourimetric method in surface, underground and return waters	The method is based on the reaction of orthophosphate ions with ammonium molybdenum acid in an acidic environment in the presence of potassium antimony acid with the formation of phosphoromolybdenum heteropolyacid. When a reducing agent is added, "molybdenum blue" is formed. The optical density is measured by the photometric method. The content is determined by the grading characteristic.
Mass concentration of dry residue	KND 211.1.4.042-95 Methodology for gravimetric determination of dry residue (dissolved substances) in natural and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining the dry residue (dissolved substances) in natural and wastewater	The determination method consists in evaporating moisture from a filtered water sample, drying the residue and weighing it.
Chemical oxygen consumption (COC)	KND 211.1.4.021-95 The method of determining the chemical oxygen consumption of COC in surface and wastewater	The methodology establishes an algorithm for determining chemical consumption (COC) in surface and wastewater	The COC method is based on the oxidation of organic and inorganic substances contained in water with potassium dichromic acid in an acidic medium during boiling

Indexes	Methodology of measurements	Purpose and field of application	The principle of the method
1	2	3	4
Mass concentration sulfate ions	MVV No. 081/12-0177-05 Surface, underground and return waters. The method of measuring the mass concentration of sulfates by the titrometric method	The methodology establishes an algorithm for determining the mass concentration of sulfates by the titrometric method in surface, underground and wastewater	Titration is carried out in an acidic medium in the presence of twice the volume of acetone or ethyl alcohol. The mass concentration is calculated
Mass concentration magnesium ions	MVV 081/12-0644-09 Surface, underground and return waters. The method of measuring the mass concentration of calcium and magnesium by the titrometric method	Methodology for measuring mass concentrations of calcium and magnesium in surface, underground and return waters	The method is based on the formation of calcium and magnesium complexes with trilon B. The volumes of Trilon B. solution used for calcium titration with the murexide indicator and magnesium titration with the eriochrome black T indicator are measured by the titrometric method,
Mass concentration chloride ions	KND 211.1.4.037-95 Methodology for mercurometric determination of chlorides in surface and wastewater	Techniques for measuring mass concentrations of chlorides in surface and wastewater	The basis of the method is the interaction of chlorides with mercury ions with the formation of a poorly dissociated compound during titration.

*Study of phytoplankton.* In hydrological studies, light and electronic scanning and transmission microscopes of various brands, both domestic and foreign, are used to process algological samples. The main requirement for a microscope is the magnification. To obtain representative results, the eyepiece should have a magnification of x5-10, and the objective - x20-40.

Determination of quantitative and qualitative indicators of phytoplankton development. Quantitative development of phytoplankton is characterized by its number and biomass, leading taxonomic divisions and dominant species.

For the quantitative analysis of phytoplankton, its number and biomass are calculated, cell sizes are measured, and the qualitative composition of the floristic spectrum of plankton algae of each sample is determined according to the relevant algological determinants.

The number of algae is counted in special counting chambers (Najotta, Horyaeva, in our research – Fuchs-Rosenthal), then calculated on 1 dm<sup>3</sup> (1 l) of water according to the formula:

$$N = kn \frac{A}{a} \frac{1000}{V} v, \quad (6.1)$$

where N is the number of algae in 1 dm of water of the studied reservoir (mainly, million cells/dm<sup>3</sup>, or thousand kl/dm<sup>3</sup>); k - coefficient showing how many times the volume of the used chamber is less than 1 cm; n - the number of algae cells on the viewed tracks (squares) of the counting chamber; A - the number of tracks (squares) of the counting chamber; a - the number of tracks (squares) where the number of algae was counted; V is the initial volume of the phytoplankton sample taken from the reservoir, cm<sup>3</sup>; v - sample volume after concentration, cm<sup>3</sup>.

Phytoplankton biomass is determined by the calculation-volumetric method. Its use presupposes the presence of data on the abundance of a specific type of algae in the sample and the linear dimensions of its cells. To determine the size of algae, they are equated to certain geometric shapes, most similar to one or another morphological form: sphere, parallelepiped, cylinder, cone, octahedron, etc. Next, the necessary parameters are measured: radius, diameter, height, length. The volume of cells is determined according to known geometric formulas, using the linear dimensions of a specific algae, similar to a certain geometric figure.

The linear dimensions of planktonic algae cells are measured with an eyepiece-micrometer with a measuring ruler. The price of the eyepiece-micrometer division is determined with the help of the micrometer objective (a glass slide with an applied ruler, the price of each division of which is equal to 10 μm) individually for each microscope and objective. When studying the linear dimensions of algae, it is recommended to measure a large number of specimens (10-100) of each species, especially dominant species, followed by statistical processing of the obtained data.



It is assumed that the relative density (to water) of freshwater algae is 1.00-1.05. The calculated biomass of individuals of each species is multiplied by its number and given in  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ,  $\text{g}/\text{m}^3$  or  $\text{mg}/\text{l}$ . The total number and biomass in the sample of phytoplankton is calculated by summing the number and biomass of each species.

To characterize the species diversity of planktonic algae, the Shannon index is used, which is calculated both by the number and by the biomass of phytoplankton, and is measured in bit/ex. and bit/mg respectively. The species diversity and floristic spectrum of planktonic algae is estimated by the total number of detected species and their distribution by the relevant taxonomic divisions, as well as by the number of species in the formations.

Extraction of pigments from phytoplankton samples. BaSO<sub>4</sub> layer<sub>3</sub> with phytoplankton are quantitatively transferred into measuring tubes, filled with heated 96% ethyl alcohol and rubbed with quartz sand pre-washed with the solvent. Samples are extracted for 2 hours without access to direct sunlight, after which the extract is purified by centrifugation.

*Research of zoobenthos.* Studies of the state of the zoobenthos are carried out in order to determine the state and dynamics of the state of the populations of benthic animals in the conditions of the planned activity for the reconstruction of the construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta".

The zoobenthos sample delivered to the laboratory is thoroughly washed from formalin and dirt residues. A clean sample is placed in a cuvette, organisms are selected and laid out separately by group - insect larvae: dragonflies, dayflies, freckles, hyphae, beetles; molluscs, worms-leeches, oligochaetes, nematodes. The systematic position is determined under a binocular microscope or a hand magnifier with the help of appropriate markers. Organisms of each group are counted, weighed, recalculated by  $1\text{m}^2$  reservoirs

Biomass is determined by weighing on laboratory electronic scales with an accuracy of measurements up to 0.0001 g, and the number is determined by counting individual specimens of specified taxonomic groups. The number and biomass of benthic invertebrates are calculated per  $1\text{m}^2$  surface. Then they fill out cards or a journal according to the form, indicating the date, reservoir, sample number, sampling tool, and the number of samples taken.

*Determination of toxic properties of water.* As mandatory biotesting methods for determining the toxic properties of water and bottom sediments, it is recommended to use: method of biotesting based on the rate of crustacean mortality *Daphnia magna* Straus (hereinafter - daphnia) for 96 hours to determine the acute toxicity of water; method of biotesting based on the rate of crustacean mortality *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (hereinafter - ceriodaphnia) for 48 hours to determine the acute lethal toxicity of water; the method of biotesting based on indicators of survival and fecundity of ceriodaphnia for 7 days to determine the chronic toxicity of water; method

of biotesting based on the indicator of the intensity of algae growth *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Breb (further - algae) for 96 h to determine the acute toxicity of water; methods of biotesting based on fish survival rate *Poecilia reticulata* Peters (hereinafter - the group) and *Brachydanio rerio* within 96 hours to determine the acute lethal toxicity of water; the method of biotesting based on the index of death of insect larvae *Chironomus dorsalis* Meig (further - chironomids) for 96 hours to determine acute toxicity and for 10 days to determine chronic toxicity of bottom sediments.

As additional methods of biotesting to determine the toxic properties of water, it is recommended to use: the method of biotesting according to the indicator of the increase in the number of ciliates *Tetrahymena pyriformis* (Ehrenberg) Schewiakoff (further - infusions) for 24 hours (short-term biotesting) and 96 hours (long-term biotesting) to determine water toxicity; method of biotesting according to the rate of death of molluscs - pond fish *Limnaea stagnalis* (Linne) (hereinafter – ponds) within 96 hours to determine acute water toxicity and by the death rate and fecundity within 30-45 days to determine chronic water toxicity; method of biotesting according to the rate of death of higher water duckweed plants *Lemna minor* L. (further - watercress) for 7 days to determine water toxicity; method of biotesting based on the frequency of occurrence of dominant lethal mutations in flies *Drosophila melanogaster* Mg. (further - flies) for 72 hours to determine the genotoxicity of water.

*Determination of water toxicity on crustaceans.* Water samples for toxicity determination are taken in accordance with GOST 17.1.5.05-85.

## **6.2 Methods of environmental analysis and impact assessment**

### ***Assessment of water quality and ecological status of surface water bodies.***

In order to determine the level of man-made load on the state of surface water bodies of the studied territory, to determine their degree of pollution, the following methods were used assessment of water quality and ecological condition of surface water bodies, as well as return waters in designated places of their discharge in areas located on built-up territories.

Determining the quality of natural waters consisted in comparing the composition and properties of the studied water samples with the existing normative values. The main classification from the point of view of identification of pollutants was carried out according to physical hydrochemical and microbiological composition.

Physical and chemical methods of pollution control consist in the selection of water samples and the determination of concentrations of chemical elements or certain characteristics in them, the abnormality of which values are established in relation to the background level, normative value or maximum permissible concentrations. The assessment of physical water pollution was carried out

according to the following indicators: temperature, smell, taste, turbidity, colour, electrical conductivity. The assessment of physical and hydrochemical indicators of water quality was carried out according to organoleptic indicators (odor, turbidity, colour, floating impurities), integral indicators (COC, BOC), the amount of organic dissolved substances, dry residue, active reaction of the medium, or water pH, oxidizability, alkalinity, presence nitrogen-containing compounds, phosphates, chlorides, sulfates, surfactants. Physical and hydrochemical methods make it possible to detect the distribution of polluting components in the water area of the Kiliya mouth and control the area of pollution. Microbiological methods make it possible to assess the sanitary condition of water bodies and their ability to self-recover.

***Determination of the potential ability of water to self-clean.***

The basis of the method of determining the potential ability of natural waters to self-purify is the Knepp method. The essence of the method is to determine the intensity of the biochemical transformation of a portion of the test labile organic substance (glucose) by the difference in oxygen consumption in samples with the addition of this substance ( $BOC_T$ ) and without it ( $BOC_1$ ).

To determine additional oxygen consumption, 1 cm is added to the test glasses<sup>3</sup> glucose solution with a concentration of 6 mg/cm<sup>3</sup>. The glasses with and without the added test substance were thermostated for 24 hours at 20<sup>0</sup>C, after which the oxygen content in the samples is determined by the Winkler method.

The self-cleaning capacity of water ( $Z$ ) is determined as:

$$Z = BOC_T - BOC_1 \quad (6.2)$$

The indicator of self-cleaning ability of water is also calculated in relative units:

$$\frac{Z}{O_2} \quad (6.3)$$

Ratio  $Z/O_2$  is also calculated, to determine the share of oxygen that was spent on the oxidation of organic substances under the conditions of the experiment.

A special evaluation scale, or EQR coefficient scale (deviation from reference or background values), is used for evaluation.

***Determination of peroxidase activity of bottom sediments and soil.***

Peroxidases (donor:  $H_2O_2$  - oxidoreductases KF 1.11.1.7) catalyze the oxidation of polyphenols in the presence of hydrogen peroxide or organic peroxides. The role of peroxidases is to activate peroxides, because peroxides themselves have a weak oxidizing effect on phenols. Peroxidases have limited specificity because they act on a significant number of various phenols and aromatic amines: pyrogallol, hydroquinone, pyrocatechin, etc. Peroxidases also take part in some condensation reactions of substances.

The method of L.A. Karyagina was used as a basis for determining the peroxidase activity of bottom sediments. and Mykhailova N.M., taking into account the methodology of Galstyan A.Sh. During the analysis, hydroquinone is used as an oxygen acceptor. Under the action of hydrogen peroxide, hydroquinone is oxidized to benzoquinone in the presence of peroxidase. Next, benzoquinone is extracted by adding 96% ethyl alcohol and colourimetric determination of the amount of benzoquinone formed at a wavelength of 400 nm.

As a control for the extraction of coloured compounds, additional samples are used, in which distilled water is added instead of reagents.

The activity of peroxidases is determined in mg of benzoquinone, which was released under the conditions of conducting the experiment in 1 hour per 1 g of the sample:

$$A = k \frac{K \cdot d}{L \cdot t \cdot m} \quad (6.4)$$

also: K is the tangent of the slope angle of the calibration graph "concentration: optical density", m is the weight of the soil, d is the optical density of the solution, L is the thickness of the cuvette, t is the sample exposure time, k is the proportionality factor.

A special evaluation scale, or EQR coefficient scale (deviation from reference or background values), is used for evaluation.

*Determination of soil respiration.* A weight of naturally moist soil, which corresponds to 5 g of air-dry soil, is placed in a gauze bag suspended from the stopper of a 300 ml incubation vessel, on the bottom of which 50 ml of 0.1 N alkali solution is poured to absorb carbon dioxide. Incubation vessels are kept in a thermostat at a temperature of 27 °C for 24 hours. The excess alkali is titrated with 0.1 N acid in the presence of phenolphthalein. The intensity of the release of carbon dioxide by the soil is measured in mg per 100 g of soil per hour. A special evaluation scale, or the EQR coefficient scale (deviation from reference or background values), is used for evaluation.

Radiohydrogeological studies can be carried out for the purpose of qualitative assessment of underground waters and territories for radioactivity, detection of radiohydrogeological and radiometric anomalies and patterns of distribution of radioactive elements (uranium, radium and radon) in underground waters - they are carried out only if necessary.

In the part of objects protected by the Berne Convention, the impact on natural habitats of all types, aquatic species of animals, as well as on the fish population and, above all, on passing fish species, is assessed. In the case of construction of HPP reservoirs in natural elements of the relief, assess the impact on species of plants and animals and natural habitats of the flooded areas.

Carrying out works on clearing and dredging of riverbeds and bottoms, shore fortification, changes and stabilization of the condition of riverbeds;

In addition to the standard ones, detail the following impacts:

- Impact in the form of potential regulation of the water body (on the hydrological regime, physical condition and chemical composition of waters, currents, habitats, flora and fauna)
- The impact of coastal and underwater construction works and the movement of coastal and bottom soil and sediments (on soils, in places of storage of bottom soils and residues, and directly on bottom soils, on air in the case of storage of bottom soils and residues on land, on water bodies and streams in them, on the physical condition and chemical composition of waters, on the microclimate, landscapes, coastal and underwater erosion, habitats, flora and fauna).
- The impact of materials and technologies used in shore fortification, in particular in the process of further aging and destruction of materials, on soils, hydrological regime and regulation of the river bed, on the physical condition and chemical composition of its waters, on landscapes, habitats, flora and fauna of the river and its banks and floodplains and surrounding areas.
- The impact of damage to the natural river bed – on underground water, aquifers and river nutrition, on the hydrological regime of the river and water loss due to damage to the bottom, on the flow in the river due to the change in the bottom landscape, on the microclimate, on the physical state and chemical composition of water, on aquatic habitats, on flora and fauna. As well as an assessment of the possibility of impact due to the introduction of invasive species due to significant disruption of the river ecosystem.

#### **Determination of water quality and ecological status of reservoirs by phytoplankton.**

The assessment of water quality (degree of pollution) is performed based on the biomass of phytoplankton and the saprobity index using the Pantle-Bukka method in the modification of Sladechek - both for the ecological assessment based on individual indicators and for the generalized ecological assessment (table. 6.6, 6.7).

**Table 6.6 Ecological classification of surface water quality according to tropho-saprobiological criteria.**

Water quality class	I		II		III		IV	V
	1	2	3	4	5	6	7	
<b>Hydrobiological:</b> Biomass of phytoplankton, mg/dm <sup>3</sup>	<0.5	0.5-1.0	1.1-2.0	2.1-5.0	5.1-10.0	10.1-50.0	>50.0	
<b>Bioindication</b>								
Saprobity index according to Pantle- Buck	<1.0	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	3.1-3.5	>3.5	
Trophicity (dominant type)	oligotrophic	mesotrophic		eutrophic		poly- trophic	hypertrophic	

	oligotrophic, oligo- mesotrophic	meso- trophic	meso- eutrophic	eutrophic	eu- polytrophic	poly- trophic	hypertrophic
Saprobnost	oligosaprobic		β-mesosaprobic		α-mesosaprobic		poly- saprobic
	β-oligo- saprobic	α-oligo- saprobic	β'-meso- saprobic	β''-meso- saprobic	α'-meso- saprobic	α''- meso- saprobic	poly- saprobic

**Table 6.7 Classes and categories of surface water quality of Ukraine according to ecological classification.**

Water quality class	I	II		III		IV	V
Water quality category	1	2	3	4	5	6	7
Name of classes and categories of water quality according to their condition	Excellent	Good		Satisfactory		Bad	Very bad
	Excellent	Very good	Good	Satisfactory	Mediocre	Bad	Very bad
The name of classes and categories of water quality according to the degree of purity / pollution	Very clean	Clean		Contaminated		Dirty	Very dirty
	Very clean	Clean	Quite clean	Lightly polluted	Moderately polluted	Dirty	Very dirty

In cases of significant development of phytoplankton, especially blue-green algae, phytoplankton biomass determines the degree of water bloom according to the classification:

– First degree (initial flowering of water - biomass less than 1 mg/dm<sup>3</sup>) – ecologically harmless concentrations;

– II degree (weak flowering of water - biomass 1-4.0 mg/dm<sup>3</sup>) – ecologically harmless concentrations that cause some deterioration of water quality;

– III degree (moderate flowering of water - biomass 5-10 mg/dm<sup>3</sup>) – concentrations that lead to a significant deterioration of water quality, but such that contribute to the maintenance of high bioproductivity of reservoirs;

– IV degree (strong bloom of water - biomass 11-50 mg/dm<sup>3</sup>) – ecologically dangerous concentrations that cause significant biological pollution, fatigue phenomena;

– V degree (very strong blooming of water – hyperblooming – biomass more than 50 mg/dm<sup>3</sup>) – high concentrations that cause intensive pollution of water masses, are ecologically dangerous, toxic.

*Mathematical processing* of the received data is carried out using standard methods implemented in the Microsoft Excel program package, visualization of the processed data is performed by constructing graphs and diagrams using Microsoft Excel programs.

Water toxicity. Water toxicity is determined using biotesting techniques on crustaceans daphnia and ceriodaphnia in short-term (acute toxicity determination) and ceriodaphnia in long-term (chronic toxicity determination) experiments.

*Determination of acute toxicity of water on the crustacean Daphnia magna Straus.*

The method of determining acute toxicity is based on establishing the difference between the number of dead daphnia in the water being analyzed (experiment) and in water that does not contain toxic substances (control).

The criterion of acute lethal toxicity is the death of 50 or more percent of daphnia in the experiment compared to the control in 96 h of biotesting.

Daphnia survival in control should be at least 90%.

The results are taken into account if during biotesting the number of dead daphnias in the control did not exceed 10%.

Based on the results of counting the number of live daphnia in the control and experiment, the arithmetic averages are determined, which are used to calculate the number of dead daphnia in the experiment relative to the control according to the formula:

$$A = \frac{\bar{X}_k - \bar{X}_d}{\bar{X}_k} 100, \quad (6.5)$$

where A is the number of dead daphnia in the experiment relative to the control, %;

$\bar{X}_k$  - the arithmetic mean of the number of live daphnia in the control, specimens;

$\bar{X}_d$  - the arithmetic mean of the number of live daphnia in the experiment, specimens.

Water shows acute toxicity if A is 50 percent or more of daphnia. In this case, for the quantitative assessment of the toxicity of the water sample, the multiplicity of the average lethal dilution for 96 hours of biotesting is established -  $LR_{50-96}$ .

To calculate the average lethal dilution of the water sample, the percentage of dead daphnia in the experiment relative to the control is expressed in conventional units - probits, and the dilution of the water sample - in decimal logarithms.

If the water sample did not show acute toxicity, that is, in the undiluted sample, the number of dead daphnia was less than 50%, the  $LR_{50-96}$  value taken as equal to 0.50.

*Determination of water toxicity on crustaceans Ceriodaphnia affinis Lilljeborg*

To determine the level of acute lethal toxicity of water, the arithmetic mean of the levels of acute lethal toxicity of individual water samples is calculated.

The level of acute lethal toxicity of a separate water sample ( $LT_{ac.}$ ) is determined by the formula

$$LT_{ac.} = k \cdot LD_{50-48}, \quad (6.6)$$

where  $k$  - coefficient, taking into account which ensures the survival of test objects at a level of about 100%, its value is equal to 2;

$LD_{50-48}$  - the experimentally determined multiplicity of the average lethal dilution of a separate water sample.

$LT_{ac}$ , expressed in conventional units of acute lethal toxicity ( $UT_{ac}$ ) due to the water dilution factor, which ensures the survival of about 100% of the test object.

Water quality is assessed by the level of its acute lethal toxicity according to the classification scale (table 6.8).

**Table 6.8 - Classification of water according to levels of acute lethal toxicity**

Water toxicity class	Degree of toxicity	Level of acute lethal toxicity, $UT_{ac}$ .
I	non-toxic	1.0
II	slightly toxic	1.1-3.0
III	moderately toxic	3.1-5.0
IV	highly toxic	5.1-10.0
V	extremely toxic	more than 10.0

*Determination of chronic toxicity of water for Ceriodaphnia.*

The duration of biotesting is  $(7 \pm 1)$  days

The results are taken into account if during biotesting the number of dead ceriodaphnia in the control did not exceed 10%.

After the end of biotesting, the number of surviving females and the number of young born per female in each repetition of control and experiment are counted.

The statistical significance of the difference between the experiment and the control in terms of survival and fecundity is determined by the Student's two-sample test ( $t_{theor}$ ), which is used to test the hypothesis regarding the equality of the means of two independent samples. For this, the value is calculated  $t_{actual}$  and compare it with the tabular value of the criterion for the corresponding probability level and number of degrees of freedom  $\nu$ .

Value  $t_{actual}$  found by the formula

$$t_{actual} = \frac{\overline{X_c} - \overline{X_e}}{\sqrt{S_c^2 + S_e^2}}, \quad (6.7)$$

where  $\overline{X_c}$ ,  $\overline{X_e}$  - average arithmetic indicators of survival or fertility in control and experiment;

$S_c$ ,  $S_e$  - arithmetic mean errors in control and experiment.



Value  $t_{tabl}$  with a probable probability of 0.95 and the number of degrees of freedom  $v = n + n - 2$  are given in table 6.9.

**Table 6.9 - Value of the Student criterion**

The number of degrees of freedom	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_{theor}$	2.20	2.18	2.16	2.14	2.13	2.12	2.11	2.10	2.09	2.09

The level of chronic toxicity ( $LT_{ch}$ ) are expressed in conditional units of chronic toxicity ( $UT_{ch}$ ) due to the minimum dilution factor at which chronic water toxicity is not detected.

Water quality is assessed by the level of its chronic toxicity according to the classification scale (table 6.10).

**Table 6.10 - Classification of water quality by levels of chronic toxicity**

Class water quality	Degree of pollution	Level of chronic toxicity, $UT_{ch}$
I	clean	1.0
II	slightly polluted	1.1-2.0
III	moderately polluted	2.1-4.0
IV	dirty	4.1-8.0
V	very dirty	more than 8.0

*Determination of acute lethal toxicity of water on fish.*

The methodology for determining the acute lethal toxicity of water on fish is based on establishing the difference between the death of fish in the water being analyzed (experiment) and in water that does not contain toxic substances (control).

The criterion of acute lethal toxicity is the death of 50 or more percent of the fish in the experiment compared to the control in 96 hours of biotesting.

*Determination of acute lethal toxicity of water on the guppy *Poecillia reticulata* Peters.*

To determine the acute lethal toxicity, a water sample and its dilution are poured into vessels. 10 specimens of guppies aged 1-4 weeks are planted in each of the experimental and control vessels. Live fish are counted daily in experimental and control vessels and dead ones are removed. Fish that show no signs of movement or breathing when touched with a glass rod are considered dead. The duration of biotesting is 96 hours.

Based on the calculation of the number of live fish in the control and experiment, the arithmetic averages are determined, which are used to calculate the number of dead fish in the experiment relative to the control according to the formula:

$$\frac{A}{\bar{X}_c - \bar{X}_e} \cdot 100, \quad (6.8)$$

where  $A$  - the number of dead fish in the experiment relative to the control, %;

$\bar{X}_c$  - arithmetic average number of live fish in control, specimens;

$\bar{X}_e$  - arithmetic average number of live fish in the experiment, specimens.

Water shows toxicity if the value of  $A$  is 50% or more. In this case, for a quantitative assessment of the toxicity of water, its average lethal dilution for 96 hours of biotesting is established -  $LD_{50-96}$ .

To calculate the average lethal dilution, the percentage of dead fish in the experiment relative to the control is expressed in conventional units - probits, and the dilution of the water sample - in decimal logarithms.

**Assessment of biotopes.** National status of the biotope - it is noted that the groups of the surveyed biotope belong to the Green Book of Ukraine.

Coverage of biotope tiers – the assessment of tier coverage in the forest biotope on the surveyed site is indicated, in the following order: tier E3 - trees (projective cover of trees), E2 - shrubs, E1 - grasses and E0 - mosses with an accuracy of 1%.

Height above sea level – the range of heights above sea level in the forest biotope is indicated (maximum and minimum).

Slope steepness – the average slope of the forest biotope in the surveyed area is indicated in percent (or in degrees).

Exposure – the dominant exposure of the forest biotope on the surveyed site in 8 main directions (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) is indicated. In the case of zero slope, North (N) is indicated.

User – the user of forest land plots is specified

A1 Trees – indicates the approximate total participation of trees with a thickness of 1.3 m to 7 cm in height (taking into account the area of crown projections) in percentage. A distinction is made between the total participation of natural forests, artificial tree plantations and invasive trees.

A2 Grasses and shrubs - indicates the total coverage of herbaceous plants and shrubs on the PML in two categories - natural and invasive.

B1 Age structure – simplified information on the age of the forest biotope on the PML is indicated. First, same-age segments (differentiation of stand age up to 20 years), then different-age segments (differentiation of stand age from 20 to 50 years) and very different age segments

(differentiation of stand age over 50 years) are evaluated, and their share relative to the area of the entire forest biotope on PML is determined. For each category, the range of estimated cover age (minimum and maximum) and overgrowth stage is indicated. In this case, we are talking about the estimated age of the stand as a whole, and not about individual trees, so the youngest or oldest individuals should make up a significant (at least 5%) share.

B2 Rejuvenation – the total coverage of the regenerated forest is indicated in the division into natural and artificial regeneration, invasive species are distinguished separately (together).

B3 Structure – general information about the assessment of the vertical structure of the forest biotope on PML is indicated. There are single-tier stands (consisting of only one tier of crowns, tree height differentiation is allowed up to 1/3 of the height, as a rule, we are talking about the same age and homogeneous stands), two-tier (has two distinct horizontal sub-tiers of the crowns, under the main the tier is the next, which belongs to another tree or age class, is viable and well developed) and multi-tiered (has more tiers of crowns that are of different ages and varieties). Parts of the PML that are of the same tier, even if they are of different ages, are summed.

B4 Large and particularly valuable trees - the number of individuals in the forest biotope on PML, which a) significantly differ from the surrounding individuals in their thickness, is indicated. They must come from a generation that precedes the current generation and have a thickness greater than 1.8 times the average thickness (ds). b). Particularly valuable are trees of great natural value, which, by their shape or properties, create favourable conditions for rare organisms. These include, for example, hollow, large and sprawling trees, as well as valuable specimens of rare wood species. The number of such trees in pcs./ha is recorded in the form.

B5 Large dead trees - indicates the number of large dead trees in the forest biotope on PML. Standing and fallen dead trees exceeding the established limits are assessed. The length limit is 3 m, the same for all biotopes. The deadwood thickness limit is 40 (30) cm in the middle of the log for lying trees, or at a height of 1.3 m for standing trees (POLÁK, SAXA2005). The calculation results in pcs./ha are recorded in the form.

C1 Vitality – is assessed based on the state of crowns and trunks of trees on PML, as well as their physiological manifestations. The manifestation of the physiological process is evaluated by assessing the state of assimilation organs, changes in their size and colour (yellowing), the number of generative organs or fruits. In the standard fields, the potential best status in relation to the natural habitat (extreme positions and below) ranges from 0 to 3. There are four categories of degrees of damage:

0 Healthy - predominance of individuals without damage to the trunks and roots with a reduction of crowns (assimilation apparatus) up to 20%.

1 Slightly impaired - predominance of individuals with slight damage to trunks, roots and crowns, without affecting the physiological processes of trees.

2 Moderately deteriorated - predominance of individuals with heavily damaged areas of trees that affect physiological processes in the wood, but with the possibility of their recovery (tear wounds on the trunks and root growths, regeneration of the crown with damage up to 50%).

3 Significantly deteriorated - predominance of individuals with significant damage with long-term consequences affecting physiological processes in wood (fungal diseases of trunks, drying of crowns, death of individuals).

C2 Negative impact of the environment - the isolation and surrounding of the territory by anthropogenically disturbed (transformed) biotopes or other areas that can directly or indirectly have a negative impact is assessed.

Potential threats of the planned activity - individual types of activity are indicated. The impact rating (low, medium, high) is indicated next to each species. The current impact, as well as the expected future threat, are separately assessed.

Biotope quality – the overall quality of the biotope is evaluated (as a simple indicator for comparison with the automatically calculated state according to the criteria and indicators of the favorable state of biotopes). The proportion of the biotope in the surveyed area in good or poor condition is indicated.

Prospects of the biotope - the prospects of the future state of the forest biotope are evaluated in relation to the current state, current influences and future threats. A positive assessment is considered as good prospects, a negative one - as bad, ambiguous and doubtful, or unknown.

*Methods of assessing the ecological state of the aquatic environment using a geographic information system (GIS)*

The analytical subsystem of geoinformation technology (GIS) provides for a comprehensive assessment of river water quality, which includes:

- 1) a technique based on the use of the water pollution index (WPI);
- 2) a technique based on the use of the pollution coefficient (PC);
- 3) method of environmental assessment of the quality of surface water according to the relevant quality categories.

The water pollution index is used for a comprehensive assessment of surface water quality. Calculation *WPI* is carried out according to the formula:

$$WPI = \frac{1}{n} \sum_i \frac{C_i}{MPC_i}, \quad (5.1)$$

where  $C_i$  – value of water quality indicators,  $\text{mg/dm}^3$ ,  $MPC_i$  – their maximum permissible concentrations,  $\text{mg/dm}^3$ ,  $n$  - the number of indicators.

During the comprehensive assessment of the quality of sea waters, the number of indicators ( $n$ ) is assumed equal to 4, and the mandatory indicator is the content of dissolved oxygen. Thus, for the calculation  $WPI$  in the case of sea waters, the values of the concentrations of the 3 priority pollutants and the content of dissolved oxygen are used.

In the comprehensive assessment of the quality of land surface waters  $n$  is taken equal to 6, i.e. for calculation  $WPI$  the value of 6 indicators of water quality is used. In addition to the content of dissolved oxygen, the hydrogen indicator of pH and BOC-5 are also mandatory indicators in this case. In addition, when calculating  $WPI$  for land surface waters, as in the case of sea waters, the concentrations of the 3 priority pollutants will be used.

Depending on the values  $WPI$  7 classes of water quality are established for both sea waters and land surface waters. However, the limits of values  $WPI$  for different classes of water quality are different (table. 6.11).

**Table 6.11 – Value of the water pollution index (WPI) and its corresponding water quality classes**

Water quality classes	Description of classes	The range of WPI values	
		for surface waters	for sea waters
I	Very clean	< 0.2	< 0.25
II	Clean	0.2 ÷ 1.0	0.25 ÷ 0.75
III	Moderately polluted	1.0 ÷ 2.0	0.75 ÷ 1.25
IV	Contaminated	2.0 ÷ 4.0	1.25 ÷ 1.75
V	Dirty	4.0 ÷ 6.0	1.75 ÷ 3.0
VI	Very dirty	6.0 ÷ 10.0	3.0 ÷ 5.0
VII	Extremely dirty	> 10.0	> 5.0

The methodology based on the use of the pollution coefficient is used for a comprehensive assessment of surface water quality. Calculation  $PC$  is carried out according to the following formula:

$$PC = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} N_i^{\text{MPC}} \quad (6.9)$$

where - the frequency of exceeding the fishery MPC at the observation point:

$$= \begin{cases} \frac{C_i}{\text{MPC}_i}, & \text{where } C_i > \text{MPC}_i \\ 1 & \text{where } C_i \leq \text{MPC}_i \end{cases} \quad (6.10)$$

This indicator is calculated for the 10 substances with the worst values . Depending on the values *PC* 5 water quality classes are established for land surface waters. Limits of values *PC* for each of the established classes are given in the table. 6.12.

**Table 6.12 – The value of the pollution coefficient (PC) and its corresponding water quality classes**

Short circuit value ranges	Water quality classes
1	clean
1 - 2.5	slightly polluted
2.5 – 5	moderately polluted
5 – 10	dirty
> 10	very dirty

The method of ecological assessment of the quality of surface water according to the relevant quality categories is used for surface water. This methodology uses 3 groups (blocks) of indicators:

- 1) according to the criteria of contamination by components of the salt composition,
- 2) according to trophosapro-biological (ecological-sanitary) criteria,
- 3) according to the criteria of the content of specific toxic substances.

Environmental assessment of surface water quality is carried out in 3 stages:

- at the first stage, the average values of each indicator are compared with the corresponding water quality criteria given in the tables of the ecological classification system (table. 6.13-6.15). On the basis of the comparison of average values for each indicator, classes and categories of water quality are determined separately;

- at the second stage, average and maximum block indices are calculated for each block, which are, respectively, equal to the average and maximum values of water quality categories determined by individual indicators of the block;

- at the third stage, average and maximum environmental indices are calculated.

In the geographic information system (GIS), a mathematical algorithm is used to implement the ecological assessment method, which is arranged in the following sequence of operations.

**Table 6.13 – Classification of the quality of fresh water according to the criteria of pollution by the components of the saline composition**

Water quality class	I	II		III		IV	V
Water quality category	1	2	3	4	5	6	7
Indicators, mg/dm <sup>3</sup>							

Sum of ions	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
Chlorides	≤20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	>300
Sulfates	≤50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	>300

Each of the three blocks above is matched by a matrix  $P_{jk}^i$ , where  $i=1 \div 3$  – block number,  $j=1 \div n_i$  – indicator number in the block,  $n_i$  – the number of indicators in the block  $i$ ,  $k=1 \div 7$  – water quality category. Matrix components  $P_{jk}^i$  there are upper limits of indicator values for the corresponding categories of water quality.

The assessment of water quality categories by individual indicators is determined by:

$$B_j^i = \begin{cases} 1, & C^j \leq P_{j1}^i \\ k, & P_{j(k-1)}^i < C^j \leq P_{jk}^i, \end{cases} \quad (6.11)$$

where  $B_j^i$  – category of water quality by indicator  $j$  in the block  $i$ ;  $C^j$  – indicator value  $j$ .

**Table 6.14 – Ecological classification of surface water quality of land and estuaries according to tropho-saprobiological (ecological - sanitary) criteria**

Water quality class	I	II		III		IV	V
Water quality category	1	2	3	4	5	6	7
Indexes							
<b>Hydrophysical</b>							
Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
Transparency, m	>1.50	1.00-1.50	0.65-0.95	0.50-0.60	0.35-0.45	0.20-0.30	<0.20
<b>Hydrochemical</b>							
Hydrogen pH indicator	6.9-7.0 7.1-7.5	6.7-6.8 7.6-7.9	6.5-6.6 8.0-8.1	6.3-6.4 8.2-8.3	6.1-6.2 8.4-8.5	5.9-6.0 8.6-8.7	<5.9 >8.7
Ammonium nitrogen, mg N/dm <sup>3</sup>	<0.10	0.10-0.20	0.21-0.30	0.31-0.50	0.51-1.00	1.01-2.50	>2.50
Nitrite nitrogen, mg N/dm <sup>3</sup>	<0.002	0.002-0.005	0.006-0.010	0.011-0.020	0.021-0.050	0.051-0.100	>0.100
Nitrate nitrogen, mg N/dm <sup>3</sup>	<0.20	0.20-0.30	0.31-0.50	0.51-0.70	0.71-1.00	1.01-2.50	>2.50
Phosphorus of phosphates, mgP/dm <sup>3</sup>	<0.015	0.015-0.030	0.031-0.050	0.051-0.100	0.101-0.200	0.201-0.300	>0.300
Dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	>8.0	7.6-8.0	7.1-7.5	6.1-7.0	5.1-6.0	4.0-5.0	<4.0

% saturation	96-100 101-105	91-96 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	40-60 141-150	<40 >150
Permanganate oxidizability, mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	<3.0	3.0-5.0	5.1-8.0	8.1-10.0	10.1-15	15.1-20	>20.0
Dichromate oxidizability, mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60
BOC <sub>5</sub> , mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	<1.0	1.0-1.6	1.7-2.1	2.2-4.0	4.1-7.0	7.1-12	>12.0
<b>Hydrobiological</b>							
Phytoplankton biomass, mg/dm <sup>3</sup>	<0.5	0.5-1.0	1.1-2.0	2.1-5.0	5.1-10.0	10.1-50.0	>50.0
Self-cleaning-self-pollution index (A/R)	1.0	0.9 1.1	0.8 1.2	0.7 1.3-1.5	0.6 1.6-2.0	0.5 2.1-2.5	<0.5 >2.5

The average value of the water quality category is calculated:

$$q_i^s = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j B_j^i}{\sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j} \quad (6.12)$$

where the coefficients  $\alpha_j$  are determined according to the rule:

$$\alpha_j = \begin{cases} 1, B_j^i - \text{known} \\ 0, B_j^i - \text{unknown} \end{cases} \quad (6.13)$$

Average values of quality categories are numerically equal to block indices  $q_i^s$ .

**Table 6.15 – Ecological classification of surface water quality of land and estuaries according to the criterion of the content of specific toxic substances**

Water quality class	I	II		III		IV	V
Water quality category	1	2	3	4	5	6	7
Indicators, µg/dm <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7
Mercury	<0.02	0.02-0.05	0.06-0.20	0.21-0.50	0.51-1.00	1.01-2.50	>2.50
Cadmium	<0.1	0.1	0.2	0.3-0.5	0.6-1.5	1.6-5.0	>5.0



Copper	<1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50
Zinc	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Lead	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Chromium (common)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Nickel	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Arsenic	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Iron (common)	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Manganese	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Fluorides	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
Cyanides	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	>100
Oil products	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Phenols (volatile)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
synthetic surfactants	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250

Maximum block indices  $q_i^m$  are defined as the maximum values of the categories according to the indicators of this block:

$$q_i^m = \max_j B_j^i. \quad (6.14)$$

Next, average and maximum environmental indices are calculated. The average ecological index is calculated as the arithmetic average of the average block indices:

$$I_E^s = \frac{\sum_{i=1}^3 q_i^s}{3}. \quad (6.15)$$

The maximum ecological index is calculated as the arithmetic mean of the maximum block indices:

$$I_E^m = \frac{\sum_{i=1}^3 q_i^m}{3}. \quad (6.16)$$

For each block index and for the environmental index, a category of water quality is determined (Table. 6.16). For this, the index value is rounded to the nearest integer.

**Table 6.16 – Quality classes and categories of Ukraine according to the ecological classification of surface waters of land and estuaries**

<b>Water</b>	<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Water quality</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	
The name of classes and categories	Excellent	Good		Satisfactory		Bad	Very bad	
	Excellent	Very good	Good	Satisfactory	Mediocre	Bad	Very bad	
The name of classes and categories of water	Very clean	Clean		Contaminated		Dirty	Very dirty	
	Very clean	Clean	Quite clean	Lightly polluted	Moderately polluted	Dirty	Very dirty	
Trophicity (dominant type)	Oligotrophic	Mesotrophic		Eutrophic		Poly-trophic	Hypertrophic	
	Oligotrophic-oligo-mesotrophic	Mesotrophic	Meso-eutrophic	Eutrophic	Eu-poly-trophic	Poly-trophic	Hypertrophic	
Saprobnot	Oligosaprobic		$\beta$ – mesosaprobic		$\alpha$ - mesosaprobic		Poly-saprobic	
	$\beta$ -oligo-saprobic	$\alpha$ - oligo-saprobic	$\beta'$ - meso-saprobic	$\beta''$ - mesosaprobic	$\alpha'$ - mesosaprobic	$\alpha''$ - mesosaprobic	Poly-saprobic	

Thus, the method of ecological assessment of the quality of surface water according to the relevant quality categories characterizes the quality of water from the point of view of the ecological state.

Research will be carried out at the final stage of the work.

#### ***Assessment of the ecological state of the aquatic environment***

The adopted methodology for assessing the current state of the environment as part of ecological and hydrogeological investigations was developed taking into account two approaches to assessing the ecological state of underground and surface waters and to solving problems that may arise in the conditions of the planned activity, namely: *qualitative* and *quantitative*.

1. *Qualitative approach* will ensure the environmental justification and expediency of the implementation of the planned activity based on the analysis of the compliance of the goals of this activity with the regional environmental goals and is carried out by:

- assessment of the degree of consideration of the goals of the planned activity related to the reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta", v regional environmental goals;
- determination of impacts on the aquatic environment;
- assessment of the current ecological state of underground and surface waters and determination of the trend of its change over time (trend analysis);
- determination and substantiation of water protection measures and ensuring an acceptable ecological state of the water environment in the area of the planned activity.

A qualitative approach allows you to determine the threats of the formation of an unfavorable ecological situation, taking into account the state of the water environment in the conditions of the implementation of the planned activity, and to choose a system of environmental regulation, on the basis of which the processes of carrying out the planned activity are determined and, if necessary, adjusted.

A qualitative approach involves conducting a SWOT analysis using a large array of information, which will allow establishing connections between *strong* and *weak* parties with *external threats* and *opportunities* and conduct an analysis of the possibilities of maintaining an ecologically acceptable state of underground and surface waters in the post-project period.

The results of the SWOT analysis are presented in the form of a description of the qualitative state of the water environment, taking into account the regime of underground and surface waters.

2. *Quantitative approach* involves an objective assessment of the consequences of the implementation of the planned activity on the aquatic environment with the obtaining of quantitative characteristics and is carried out by:

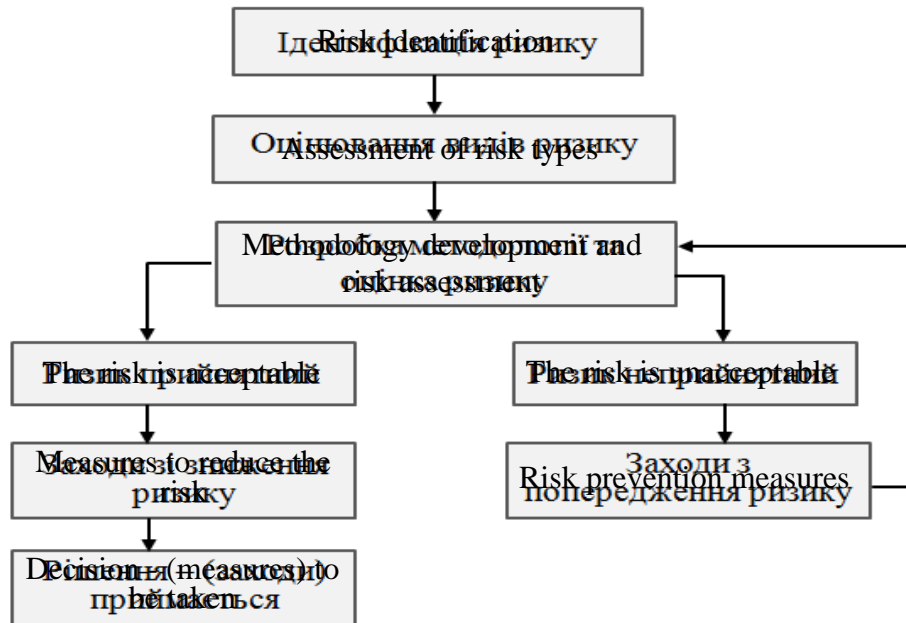
- forecasting changes over time in the impacts on the water environment of dredging operations in the Kiliya arm with quantitative determination of their intensity and scale;
- development of water protection measures for the purpose of prevention, complete levelling or mitigation of the effects of planned activities to ensure the conditions of an ecologically acceptable state of surface and underground waters;
- forecasting the ecological state of the water environment in the territory of conducting ecological and hydrogeological investigations, taking into account the implementation of water protection measures;
- provision of proposals for program development and organization of post-project ecological monitoring of underground and surface waters and conditions for its implementation.

The quantitative approach is expected to be carried out using analytical calculation methods, methods of mathematical and probabilistic (statistical) modelling.

The obtained calculated quantitative characteristics are the basis for substantiating the safety criteria of the planned activity.

### ***Methodology of environmental risk assessment for the aquatic environment***

Environmental risk assessment is carried out according to the following scheme (Figure 6.1).



**Figure 6.1 – Scheme of environmental risk determination**

In order to determine the risks of the impact of the processes of the planned activity on the aquatic environment, the following types of risks are established: risk to human health when in contact with toxic substances that are present in underground and surface waters and soils (threat to health when a daily dose of the substance enters the body); the risk of groundwater contamination\*; the risk of surface water pollution\*; the risk of changing the conditions of the interconnection of surface and underground waters; the risk of changing the structure of the soil cover; risk of intensification of engineering and geological processes associated with dredging works in the Kiliya arm; the risk of deterioration of the condition of ecologically vulnerable elements of drinking water (water intakes and wells). Note\* - when assessing the risk of groundwater and surface water contamination, the mechanisms of their contamination are taken into account.

At the same time, based on the results of conducted hydrogeological investigations, the following main ones are taken into account *mechanisms of groundwater and surface water pollution*:

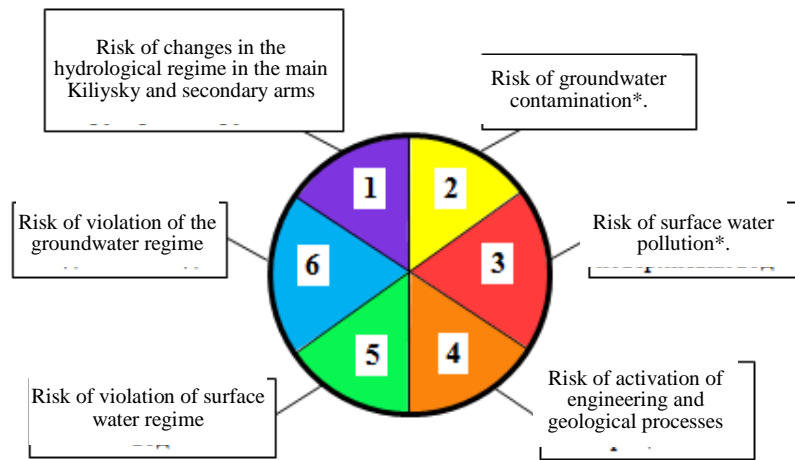
1. Inflow of pollutants (PO) as a result of flow from adjacent aquifers.

2. Possible inflow of pollutants (PO) as a result of the formation of hydraulic dumps during dredging works on the Izmailskyi Chatal - Vylkove section (No. 6, 9, 12b, 12c).

3. Inflow of solid waste from contaminated soils of the aeration zone in places of formation of hydraulic dumps.

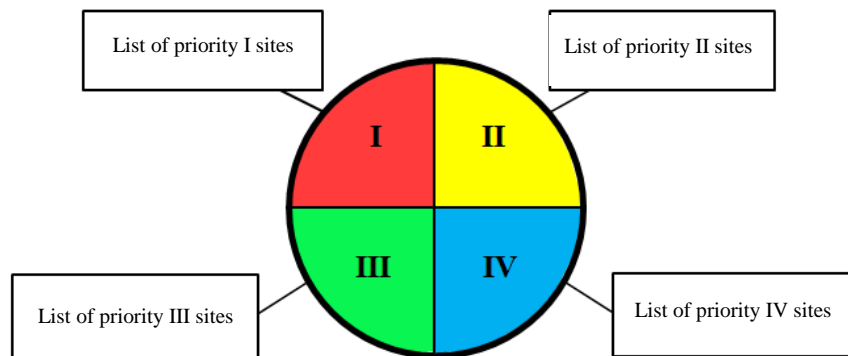
4. Distribution of hazardous waste with the flow of contaminated groundwater in the direction of its discharge into surface water bodies.

The percentage ratio of the estimated quantitative characteristics of the types of risks for clarity and the selection of the most dangerous of them is shown in the form of a diagram (Figure 6.2).



**Figure 6.2 – Diagram of the percentage distribution of types of risks in the conditions of dredging works in the Kiliya arm**

As a result of the quantitative assessment of the intensity of risks, the areas of threats and their priority in relation to the priority of implementation of water protection measures (improvement) were determined and ranked (Fig. 6.3).



**Figure 6.3 – Diagram of the distribution of the territory (zoning) in the zone of influence of dredging works and the priority (priority) of the implementation of water protection measures depending on the intensity of the risk**

*Priority I – critical risk* – assigned to areas within which a real threat to health is established;

*Priority II – high risk* – is assigned to areas where there is a potential threat to the state of health and the state of drinking water supply;

*Priority III – satisfactory risk* – is assigned to areas where the potential negative impact on the aquatic environment is insignificant or occasionally insignificant;

*Priority IV – low risk* – is assigned to areas for which real or potentially negative manifestations of man-made load on the water environment have not been established in the conditions of implementation of the planned activity.

According to the results of the risk assessment, schematic maps were built with the drawing of territories of different intensity and priority of the implementation of environmental protection measures.

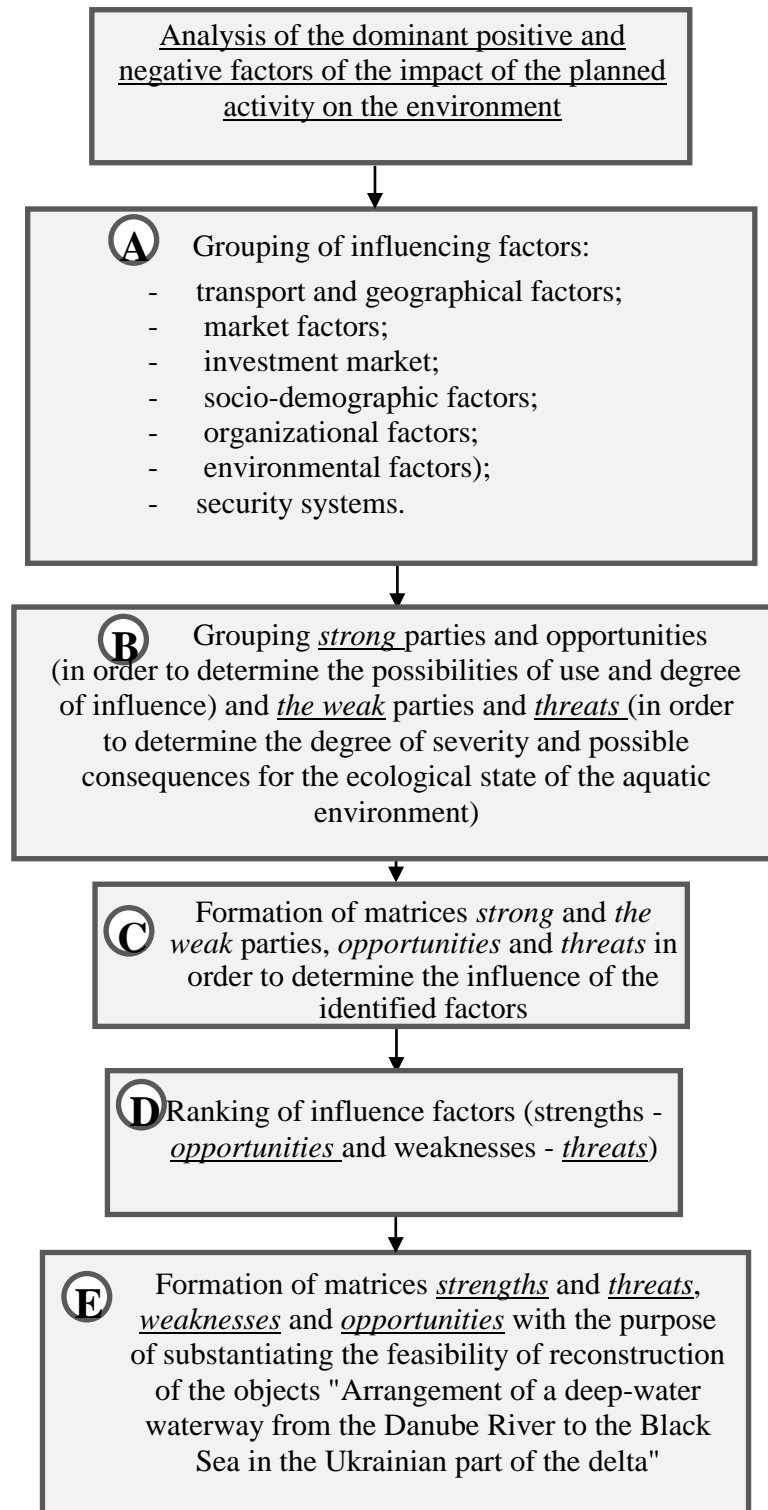
**The methods and techniques used in summarizing the results of research, conducting a comprehensive multifactorial assessment of the impact of the reconstruction of the DWNF Danube river - Black Sea on the environment and developing additional biotechnical measures to preserve and improve the ecological situation and preserve rare species of plants and animals.**

#### *SWOT analysis of the environmental situation*

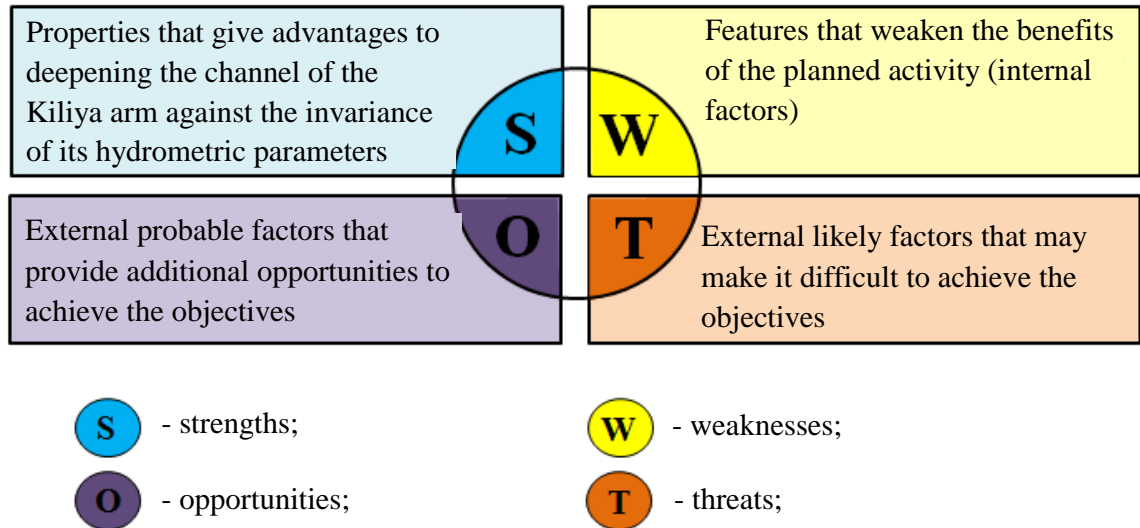
In order to identify the strengths and weaknesses of the ecological situation in the territory of research, the most vulnerable territories and areas of increased risk, as well as opportunities and threats that will affect the ecological state of the environment, a SWOT analysis of the ecological situation in the conditions of the implementation of the planned activity was carried out.

Carrying out a SWOT analysis (Figure 6.4) will make it possible to substantiate the environmental feasibility and the conditions for a significant reduction of the risk to the environment.

The results of the analysis of dominant positive and negative factors will be presented in the form of a matrix (Figure 6.5).



**Figure 6.4 – Methodology for carrying out SWOT analysis to determine strategic prospects for maintaining environmental safety conditions during the implementation of planned activities**



**Figure 6.5 – Form for presenting the results of a SWOT analysis to determine the prospects for maintaining an ecologically safe state in the territory of the Ukrainian part of the Danube Delta**

*The method of analysis of hierarchies (MAH)*

The basic modern method of determining priorities in complex decision-making tasks taking into account many factors is **the method of analysis of hierarchies (MAH)**, the use of which reduces the shortcomings of existing matrix methods and allows the use of the proposed T. Saati universal scale for pairwise comparison of expert opinions.

At the stages of designing the DWNF Danube river - Black Sea problems were solved using this method: establishment of environmental safety management priorities of the DWNF, taking into account the significance of the sections of the shipping route, the significance and vulnerability of the environmental components on the DWNF section, passing through the territory of the Danube Biosphere Reserve; comparison of the environmental impact of various types of work on the creation of the DWNF; calculation of the priorities of environmental protection measures to ensure the environmental safety of shipping during the construction period and during long-term operation, taking into account the temporal summation of impacts and the joint action of various impact factors.

When developing additional biotechnological measures to preserve and improve the ecological situation and preserve rare species of plants and animals, similar problems must be solved, related to determining the priority of measures according to the criteria of ecological efficiency, justifying the choice of territories that are most vulnerable to technogenic load and primarily need protective and restorative measures.

Expert analytical procedures, including MAH, are performed in the following order: decomposition in the form of a hierarchical presentation of the problems under investigation,



construction of dominance matrices (opinions) by finding relationships between elements of the hierarchy through pairwise comparison and assigning points, subsequent synthesis and determination of priorities. The higher the received priority, the better the alternative according to the selected criteria.

The decomposition of a task or problem and the construction of a hierarchical structure allows you to single out simpler components for further analysis, and a pairwise comparison of elements among themselves makes it possible to numerically represent the impact of each element of the hierarchy on achieving the set goal.

A hierarchy is a polylinear structure that has an initial vertex (focus), which represents the goal of the solution being analysed. Behind the focus is the level of the most important criteria, below are elements organized by level that reflect the essence of the problem. The elements of each level serve as criteria for the next level. At the lowest level there is a list of alternative solutions or its components. Connections are established between interdependent elements of the hierarchy.

A hierarchy is considered complete if each element of a given level is a criterion for all elements of the level below. If this condition is not met, the hierarchy is considered incomplete. Depending on this, all elements of the considered level affect some or all elements of the nearest level located above. Each hierarchy represents a model of a problem situation, in our case - a model of the considered tasks of BKO and environmental safety management.

Dominance matrices are formed for each level of the hierarchy on the basis of a pairwise comparison of elements in relation to their influence (weight) on a characteristic common to them, which allows expressing the relative superiority of one element over another according to their common feature. In general, dominance means greater influence over a particular property. According to the law of hierarchical continuity, it is necessary that the elements of each level be compared in pairs with the elements of the upper level located above it, that is, the elements of each level are compared with each other in terms of their influence on each element of the level adjacent from above, with which influence connections are established.

Pairwise comparison procedures are applied to pairs of homogeneous elements. Heterogeneous elements are divided into interconnected groups (clusters) that contain homogeneous elements.

The hierarchy is constructed in such a way that, for the lower level of alternatives, the priorities or weighting coefficients are obtained, which in the best possible way correspond to the goal defined at the top of the hierarchy, taking into account all the intermediate elements and in accordance with the connections between the levels of the system. Decision-making is based on priority values.

The procedure for constructing dominance matrices is as follows.

If  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  - a set of  $n$  elements, a  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  - respectively, their weights or priorities, then it is possible to compare the weight or priority of each element with the weight or priority of any other element, the set under consideration, relative to the property or goal common to these elements (table. 6.17).

**Table 6.17 - Comparison of elements "A" in accordance with their importance or priority**

Element	Pairwise comparison of elements				
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	...	$A_n$
$A_1$	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	$\frac{w_1}{w_3}$	...	$\frac{w_1}{w_n}$
$A_2$	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	$\frac{w_2}{w_3}$	...	$\frac{w_2}{w_n}$
$A_3$	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	$\frac{w_3}{w_3}$	...	$\frac{w_3}{w_n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_n$	$\frac{w_n}{w_1}$	$\frac{w_n}{w_2}$	$\frac{w_n}{w_3}$	...	$\frac{w_n}{w_n}$

The hierarchy formation procedure is as follows: the goal or criterion is written from the top, and the items being compared are listed from left to right and top to bottom. Accordingly, previously obtained in the table. 6.16, the representation of comparisons of set elements can be written in the form of a square, inversely symmetric matrix of judgments:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (6.17)$$

The abbreviated matrix can be written in the form:

$$A = a_{ij} \quad (6.18)$$

Indexes  $i$  and  $j$  refer to the row and column in which the element is located  $a_{ij}$ . For a square matrix of order  $n$  number of rows ( $m$ ) is equal to the number of columns ( $n$ ), then

at  $m = n$

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \quad (6.19)$$

at  $i=j$   $a_{ij} = 1$ ,

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, \quad (6.20)$$

where  $i = \overline{1, n}$  ;  $j = \overline{1, n}$

A set of matrices of pairwise comparisons is formed for each of the lower levels of the hierarchy, one matrix for each element of the level adjacent to the top with which connections are established.

Thus, all the elements  $i$ -th level are compared with each other regarding their impact on each of  $j$  - elements ( $i - 1$ ) level. And for each level is formed  $n$  matrices, where  $n$  – the number of elements of the level adjacent from above, with which connections are established. If relatively  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  there is no quantitative data, but there is only qualitative information, then a pairwise comparison of elements is performed using subjective opinions, which are numerically evaluated on a special scale  $T$ . Hours of relative importance of factors.

The need to describe the dominance and assess the degree of consistency of opinions leads to the problem of the eigenvector (vector of priorities) and the corresponding maximum eigenvalue  $\lambda_{\max}$ .

The eigenvalues of matrix  $A$  are the roots of the characteristic equation

$$|A - \lambda E| = 0, \quad (6.21)$$

where  $E$  – unit matrix.

For each matrix of pairwise comparisons, a matrix equation is solved

$$A \begin{pmatrix} w_1 \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda_{\max} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_n \end{pmatrix} \quad (6.22)$$

The solution of this equation is carried out by raising the matrix  $A$  to sufficiently high powers followed by row summation and normalization (dividing the sum of each row by the sum of all matrix elements), resulting in a vector of priorities  $w = (w_1, \dots, w_n)^T$ . The process ends when the difference between the components of the priority vectors obtained for  $k$ -th and  $(k+1)$ th degrees of the matrix  $A$ , becomes less than the specified accuracy.

The obtained weights or priorities mean the contribution of each element of the considered hierarchy level to the achievement of the set local goal of the level located above.

After conducting all pairwise comparisons and determining the eigenvalue of the matrix, its consistency is evaluated. On the basis that the consistency of a positive inversely symmetric matrix meets the requirement  $\lambda_{\max} = n$ . T. Saati suggests evaluating deviations from consistency by defining a consistency index

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (6.23)$$

where  $n$  is the number of elements to be compared or the order of the matrix,

$$\lambda_{\max} \geq n \text{ always for a positive inversely symmetric matrix.}$$

Next, the value of CI is compared with the values of average concordances (RI) for a random matrix of the same order, where each number represents the mathematical expectation of a random index of concordance, calculated on a large sample of randomly generated inversely symmetric matrices, the elements of which are numbers from the scale of pairwise comparisons (table 6.18 ).

**Table 6.18 – Average consistency for random matrices of different orders**

Matrix size	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random consistency (RI)	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Dividing CI by RI gives the consistency ratio (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI} \cdot 100\% \quad (6.24)$$

The value of CR is allowed within 10%, sometimes, with reservations, up to 20%. If the CR value exceeds this value, then additional research is conducted and opinions made are checked before revising the decomposition of the task or problem.

This ends the decomposition procedure and begins the synthesis procedure. Priorities are synthesized starting from the second level down. Local priorities are multiplied by the priority of the corresponding factor at the higher level and summed for each factor. In this way, the global

priority of the considered factor is determined, which is subsequently used as a weighting factor when determining the global priorities of the factors of the next lower level.

Thus, if  $v_{(i-1)1}, v_{(i-1)2}, \dots, v_{(i-1)m}$  – weight coefficients or global priorities of local goals or factors of the hierarchy level located above, and  $u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{im}$  – weights or local priorities  $j$ -th factor  $i$ - the considered level relative to local goals, the global priority of this factor is determined by the formula:

$$w_{ij} = \sum_{j=1}^m u_{ij} v_{(i-1)j}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (6.25)$$

where  $m$  - the number of compared elements of the considered level.

The consistency of the entire hierarchy is evaluated according to the same rules as for individual matrices. Each consistency index is multiplied by the priority of the corresponding criterion, the resulting numbers are summed, and the result is compared with the average consistency index of random matrices of the same order. As well as for individual matrices, a consistency ratio of up to 10% is considered acceptable. If the agreement ratio exceeds this value, it is necessary to re-examine the problem and check the opinions made.

Within the MAH there are no means to check the reliability of the obtained results. However, the method is used for poorly formalized problems, in cases where there is not a sufficient amount of quantitative data in relation to all the criteria evaluated in the problem, there is a need to evaluate qualitative information, and the motive for making decisions on the factors evaluated is the benefits of experts. Under these conditions, the procedures of pairwise comparisons used in the MAH practically guarantee the reliability of the received priorities. If the procedures are carried out with the help of experienced experts, and there are no significant contradictions in expert opinions (which is determined by the ratio of agreements with random matrices of the same order up to 10%), then the calculation results are considered reliable.

The values obtained in the MAH are estimates in the ratio scale and correspond to the so-called hard estimates.

The decision that is made can be considered justified under the conditions that the inaccuracy of the data or the inaccuracy of the model structure of the decision-making situation does not significantly affect the priorities of alternative decisions. If the priority changes insignificantly with small changes in the data or structure, then the solution is considered stable.

The development of measures to preserve and improve the ecological situation and preserve rare species of plants and animals is carried out in the following order:

1) determination of the most vulnerable territories and zones of increased risk in relation to the effects of the planned activity based on the results of additional studies;

2) substantiation of the most promising measures based on the criteria of effectiveness, duration of action and importance of environmental components to which the protective or restorative effect of the measures applies;

3) determination of technical and economic parameters of measures;

4) inclusion of measures in the project documentation.

Navigation fairway Danube river - Black sea consists of the following objects and areas:

– sea part: sea approach channel; sea access channel enclosing dam; sea underwater dump of dredging soils;

– river part: the sea section - Vylkove (1.5 - 20.5 km) - runs along the Bystre and Starostambulskyi arms; the section Vylkove - Izmailskyi Chatal (20.5 - 116 km) - runs along the Kiliya arm; section Izmailskyi Chatal - Reni (116.0-170.36 km) - runs along the river Danube along the state border of Ukraine; the objects of the river part also include river and coastal dumps of dredging soils.

The analysis of the most probable and significant by consequences emergency situations in the investigated section of the DWNF was carried out taking into account the shipping experience and the feasibility study of the reconstruction of the DWNF Danube river - Black sea.

Emergency situations arising from shipping include shipwrecks, accidents and damage to cargo ships, passenger ships, ships of the nuclear fleet, small ships and vessels of the fishing industry fleet, ships and other watercraft with nuclear materials, radiation sources and radioactive substances installed on board, damage by ships to coastal, hydrotechnical and other objects. Accidents can result in:

- emergency spills of oil and oil products into water bodies;
- emergency inflow of liquid and bulk toxic substances into reservoirs with an excess of several times the MPC;
- flooding, beaching of ships as a result of a storm (hurricane);
- grounding of ships;
- collision, overturning, flooding, being washed ashore;
- accidents on small vessels carrying dangerous goods.

According to the accident data available to Lloyd's Register, during the 20 years of the last century (1966-1985), at least 300 ships were lost every year for various reasons. In just two years (1978-1979), 938 ships were lost, which is 6.7 dead ships per thousand working in the world fleet, and among them a significant percentage are ships with spills of oil and petroleum products.

In the logical-probabilistic modelling of the consequences of accidents, general risk assessment procedures are provided, with both qualitative (FMECA, NAZOP methods) and quantitative assessments. The decision to choose a qualitative or quantitative method will depend on the purpose of the conducted risk analysis and on the availability of raw data for quantitative analysis. In general, it is recommended to first perform an operational hazard analysis as part of any risk analysis to determine the hazards of certain tasks, events or situations during operation. In addition, qualitative analysis must be performed prior to quantitative analysis to establish the level of risk and determine whether criteria exist for a full quantitative analysis.

Before conducting any risk assessment, the appropriate criteria for acceptable risk must also be determined. They should reflect the organization's understanding of acceptable risk. Events with low to medium probability and severe (high)/big consequences will lie outside the acceptable range, while events with low probability and minor (low)/small consequences may be considered acceptable. Acceptable risk criteria can be determined by qualitative analysis according to a standard risk matrix.

It should be noted that risk analysis procedures usually take into account a group of combinations of probabilistic events and their consequences, in which the risk should be reduced to reasonably possible/realizable (ALARP). It should be understood that this group of ALARP should be associated with a lower operational risk if possible, in particular if these operations involve a risk of environmental pollution that could result from damage to the ship's structures.

Event probability, score (5)	5	10	15	20	25
Medium to high (4)	4	8	12	16	20
Medium (3)	3	6	9	12	15
From small to medium (2)	2	4	6	8	10
Small (1)	1	2	3	4	5
Consequences/probability, score	Small (1)	From small to medium (2)	Medium (3)	Medium to high (4)	High (5)
The standard risk matrix used in qualitative risk analysis:					
	acceptable risk;				
	risk that can be reduced to what is reasonably possible/feasible;				
	unacceptable risk				

It should be noted that risk analysis procedures usually take into account a group of combinations of probabilistic events and their consequences, in which the risk should be reduced to reasonably possible/realizable (ALARP). It should be understood that this group of ALARP should

be associated with a lower operational risk if possible, in particular if these operations involve a risk of environmental pollution that could result from damage to the ship's structures.

In order to carry out a risk analysis, including a quantitative one, it is necessary to have databases containing information on previous cases of accidents and injuries in certain specific conditions.

When discussing procedures and tools for risk analysis of structural damage events, it is considered possible to combine traditional quantitative risk analysis (QRA) using failure and event trees with structural reliability analysis (SRA) using probability distributions of loads and material strengths, as well as the distribution of occurrences of extreme climatic conditions. It is believed that the combination of QRA and SRA methods is particularly effective and the methodology of use should be developed further in order to improve structural risk analysis. Although this risk may be due to structural collapse or failure, most such accidents are believed to be caused by human error and organizational failures. Therefore, all risk assessments should take into account the impact of human decisions and the work organization process. It is also important to remember that the risk of an accident resulting in damage or loss of a ship and/or its cargo leads to environmental pollution.

There are primary and secondary accidents. Secondary accidents usually follow primary accidents, and are often their direct consequence. Therefore, in a number of cases, accidents that are classified as primary are actually secondary. An example is the destruction of a structure. If a vessel runs aground, resulting in damage to its hull, then the destruction of the plating is a secondary accident (or consequence). If the body is damaged as a result of the poor quality of its material, then this is a primary accident.

The main part of the ship risk analysis is the description of it as a system and system element and is characterized by the following information:

- about the geographical area - routes, depths, ports, etc.;
- about the physical characteristics of the environment - presence of ice, state of the sea, meteorological conditions, visibility, etc.;
- about tasks and conditions - number of shipments, type of cargo, nature of operations (loading/unloading/overloading), etc.
- about the characteristics of vessels - sizes, design, number, etc.

The main dangers for ships include the following:

*Spillage of dangerous goods.* This class of accidents covers any event that leads to the discharge of dangerous cargo, but does not cause damage to the vessel or danger to the crew. "Reset" means that the available means of control cannot cope with a significant amount of cargo. In other words, if the spilled cargo is immediately removed, and the environment is not damaged, then it is considered that from the point of view of risk analysis, the spill had no consequences. The



term "hazardous" refers to materials that cause harm to the environment (toxic materials, explosives, etc.). Typical cases leading to dangerous accidents are, for example, spillage of oil products during loading/unloading or corrosion leading to leakage of tanks and other cases resulting from the destruction or malfunction of the cargo storage system.

*Collision, ramming and grounding.* For this type of accident, the primary (or initiating) event is an impact with another object "Collision", which refers to an impact with another vessel. Ramming means hitting another object (not a ship). Grounding refers to events in which a vessel touches a ground or shore.

*Destruction of the structure.* This type of accident is caused by those causes, the consequence of which is a major destruction of ship structures as a primary event.

*Flooding of compartments with water, overturning and sinking of the vessel.* This category of accidents includes the loss of buoyancy and/or stability of the ship due to the actions of such primary events as loss of watertightness or improper distribution of cargo. As an initial event, it is rare - it is usually a secondary event after a collision, ramming, grounding or destruction of any ship structure.

*Fire or explosion.* A category of accidents that includes a situation that leads to the ignition of combustible material or cargo and, as a result, to a fire or explosion.

*An accident involving professional losses.* This group includes any accident resulting in injury or death of crew members (regardless of damage to the vessel). This type of accident should be considered as primary – when the vessel is not damaged.

In addition, *danger of structural damage* related, for example, to ship-to-ship interaction, where there is a possibility of local or total damage to the ship by floating ice, especially in combination with ice and turbulence or strong currents. Dangers associated with damage to ship structures should be considered in the following cases:

- collision of ships, as well as grounding in shallow water, for example, when entering a harbour;
- loss of controllability;
- power plant failure;
- mooring of vessels in areas affected by currents and tidal phenomena;
- the effect of the double-hull design on the overall strength of the vessel and the limitation of environmental pollution;
- impact of large waves, etc.

Once the potential hazards have been identified, it is necessary during the risk analysis to determine the probability of damage and the associated assessment of consequences using acceptance criteria.

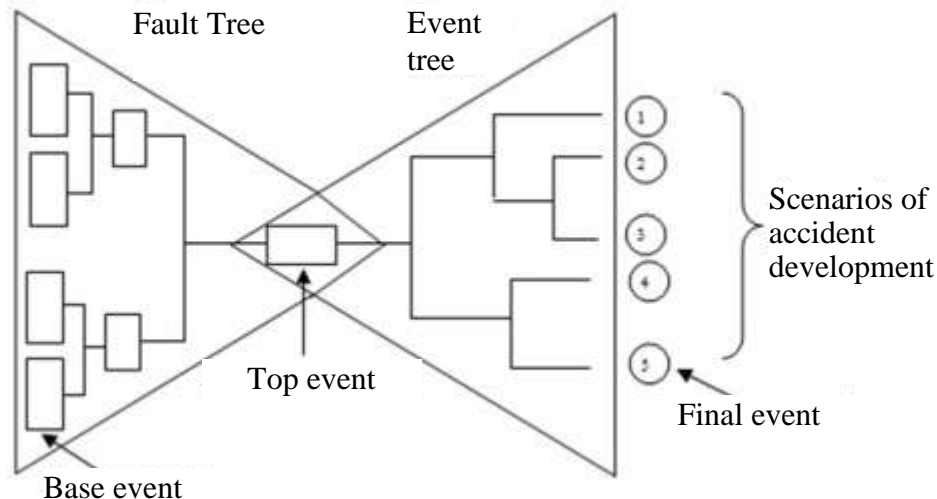
Modern methods of risk assessment in the framework of formal safety assessment (FSA) are based on a combination of fault tree and event tree analysis methodology. This combination allows for the most complete visualization of the scenarios of the development of emergency situations, to solve the task of assessing the consequences of accidents taking into account the construction of an event tree, the elements of which can be fault tree models.

Risk is understood as a combination of the probability and consequences of the occurrence of adverse events. The task of risk analysis is to assess the probability (frequency) of the occurrence of adverse events (accidents) and the consequences of these events.

Most often, the quantitative assessment of risk is expected losses - a mathematical expectation of the amount of losses from a possible accident in a certain time. Arithmetic estimate of the expected loss can be the sum of the products of the probability (frequency) of the realization of each accident development scenario by the amount of damage of the scenario, expressed in conventional units.

Modern methods of risk assessment are based on a combination of fault tree (FT) and event tree (ED) analysis methodology, which allows for the most complete visualization of the scenarios of the development of emergency situations from the point of view of the analysis of those factors that have the greatest influence on the consequences of accidents.

An accident scenario is a sequence of events that starts with an initial, which is some disturbance in the normal course of the process and is called a base event. Such a basic event can be, for example, equipment failure, human error, or the influence of adverse external factors. This perturbation causes the need for equipment and/or human response to return to normal. Such events, depending on the results of their implementation and external conditions, can either reduce or increase the consequences of an emergency situation. A set of sequences of events in the development of an accident constitutes a set of scenarios. Each scenario ends with some final state, which is characterized by the probability (frequency) of occurrence and the amount of damage. Thus, the accident scenario can be represented as a certain path from the initiating event (initial state) to the final state. Some events can be represented in the form of a fault tree (FT), for example, a navigation equipment fault tree. The peak event of such a FT can be the initial event of a ET, which represents various combinations of changes in external and internal factors that affect the ongoing process. Graphically, such a scenario can be represented as two triangles that have a common element at their vertices (Figure 6.6).



**Figure 6.6 – Graphic representation of the accident scenario**

The theoretical basis of research on the analysis of the properties of reliability, stability, survivability and safety (technical risk of accidents) of structurally complex systems of dangerous production facilities is a general logical-probabilistic method, which uses a universal device - a functional integrity scheme (FIS).

An example of the use of this method can be the task of assessing the consequences of ship accidents, developed by specialists of the International Maritime Organization (IMO). It should be noted that in the process of assessing the consequences of accidents, IMO specialists considered such incidents as ship collisions, contacts with other floating objects, grounding, fires and explosions as the main causes of the loss of watertightness of the ship's hull, but in this section the main attention is directed to an example of assessing the consequences of a ship running aground.

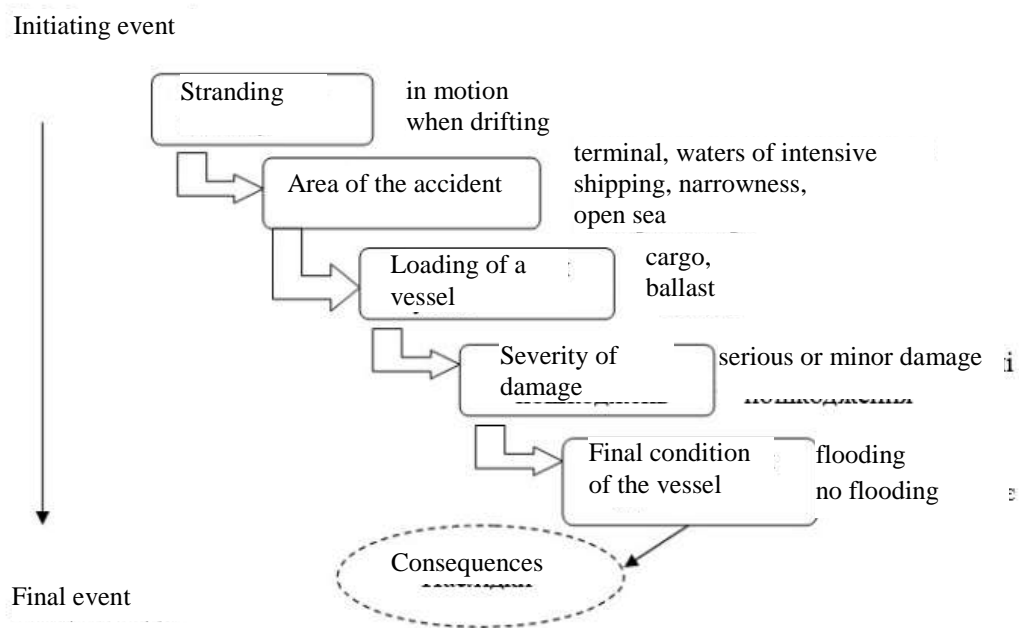
According to statistics collected for 1980-2007, out of 193 ship accidents, 83% of groundings occurred while the ship was moving, and 17% - when ships were drifting. Compared to accidents that occur during drifting, the consequences of a ship running aground while underway are more significant.

There are three large groups of consequences of ship accidents: consequences for human life and health, impact on the environment and "loss of quality" (damage to the ship and cargo). This section deals only with environmental damage.

Grounding accidents occurred in the terminal area (14% of accidents), in heavily trafficked waters (42% of accidents), in straits (35% of accidents) and in the open sea (9% of accidents). About 80% of groundings occur with loaded vessels and only 20% in ballast mode, but in this case the damage to the environment is insignificant.

As the reasons for the loss of watertightness of the ship, 2 reasons were considered - damage to the hull and damage to the double bottom. The severity of these injuries depends on many circumstances and will be characterized on a binary scale (serious and not serious). Serious damage can, with some probability, lead to the sinking of the vessel. Figure 6.7 shows the characteristics of the conditions for the realization of events, which are considered during the construction of the SE.

Contrary to the common graphic form of presenting event trees in the form of horizontal graphs, which is implemented in many software tools for risk analysis, specialists presented the tabular form of describing scenarios as having greater visual clarity than a graphical one.



**Figure 6.7 - Characteristics of the conditions for the implementation of events**

Table 6.19 provides a description of 9 possible scenarios (their probabilities are indicated under the event symbols in parentheses).

**Table 6.19 - Scenarios of emergency situations "Landing on aground".**

scenario No.	Coverage	Cargo/ ballast	Body damage	Damage under the bottom	Severity of injury	Sinking of the vessel
8	Terminal (0.14)	Cargo (0.8)	Yes (0.32)	Yes (0.22)	Yes (0.83)	No (1.0)
19	Zone of active shipping (0.42)	- « -	No (0.73)	-	Yes (0.27)	Yes (0.08)
22		- « -	Yes (0.27)	No (0.78)	Yes (0.87)	Yes (0.07)
25		- « -	Yes (0.27)	Yes (0.22)	Yes (0.87)	Yes (0.07)
26		- « -	Yes	Yes	Yes	No

			(0.27)	(0.22)	(0.87)	(0.93)
44	Narrowness (0.35)	- « -	Yes (0.15)	Yes (0.22)	Yes (1.0)	No (1.0)
58	Open sea (0.09)	- « -	Yes (0.5)	No (0.78)	Yes (1.0)	Yes (0.17)
61		- « -	Yes (0.5)	Yes (0.22)	Yes (1.0)	Yes (0.17)
62		- « -	Yes (0.5)	Yes (0.22)	Yes (1.0)	No (0.83)

To calculate the probability (frequency) of the scenario variant, it is necessary to multiply the probabilities indicated in the scenario line, then multiply this product by the frequency of this type of accidents (7.49E-03) and the probability of a vessel accident while underway (0.83).

For example, the frequency of implementation of scenario #8 is equal to:

$$R_8 = \{0.14 \cdot 0.8 \cdot 0.32 \cdot 0.22 \cdot 0.83 \cdot 1.0\} \cdot 7.49E-03 \cdot 0.83 = 4.068 E-05 \text{ (1/vessel}\cdot\text{year)}.$$

To estimate the consequences (expected damage) of the implementation of a particular scenario, it is necessary to multiply the probability of the implementation of each accident scenario by the corresponding amount of damage to the environment. Thus, in the considered scenario, when a ship runs aground, the amount of damage is estimated by the amount of oil products entering the water body in an emergency situation. If the grounding occurs without the vessel sinking, then the average volume of the fuel tank is taken as the expected volume of petroleum products. In case of total loss of cargo (ship sinking), damages are estimated as the average cargo weight of the ship. The results of calculations of the consequences of each of the accident development scenarios listed in Table 6.19 are shown in Table 6.20.

**Table 6.20 - Risk calculations for "grounding" accidents.**

No. of scenario	Frequency $P_i$ implementation of the i-th scenario (1/vessel year)	Damage $Y_i$ (tons)	Consequences (t/(vessel·year))
8	4.06845E-05	10726	4.36382E-01
19	3.29364E-05	152191	5.01262E+00
22	2.67901E-05	152191	4.07722E+00
25	7.55619E-06	152191	1.14998E+00
26	1.00389E-04	10726	1.07678E+00
44	5.74423E-05	10726	6.16126E-01

58	2.96760E-05	152191	4.51643E+00
61	8.37016E-06	152191	1.27386E+00
62	4.08661E-05	10726	4.38330E-01
$\Sigma p_i \cdot y_i$			1.85977E+01

Characterization of the consequences of accidents of the "ship grounding" type in the movement of 18.5977 t/(vessel·year) shows the amount of environmental damage as the expected amount of spillage of oil products per one vessel per year.

The considered example is given to illustrate the possibility of using the logical-probabilistic method in modelling various scenarios of the development of ship accidents and assessing their consequences.

### **6.3 Data processing methods for forecasting**

#### ***Methods and techniques of cartographic research***

The method of complex studies of the problem of rational nature use in interaction with the cartographic method puts first of all the task of comprehensive display of knowledge about nature, the use of its resources and their protection.

In the course of the development of this direction in cartography, rich experience in the creation of various types of complex cartographic materials has been accumulated: complex maps, series of maps and atlases. However, in relation to the problem, complex mapping is one of the few developed types of cartographic display of the interrelationships of phenomena and objects in the "human-nature" system. Its application is conditioned by the need for a deep and comprehensive geographical study of the problem of rational nature management and nature protection. This type of mapping significantly facilitates the process of systematizing knowledge about the relationships and interaction of natural and socio-economic factors. In the process of complex mapping, prerequisites are created for more effective use of the map as a means of scientific research and a source of information necessary for the practical use of environmental resources by humans, when developing measures for the protection, restoration and enrichment of natural resources.

The relationships of each of the types of cartographic materials to the extent of their importance and complexity (for example, individual maps in a series or series in an atlas) have their own characteristics, determined by the degree of generalization of knowledge about the objects being mapped. It should be noted that a map series or atlas does not necessarily have to consist of complex maps only. They can include analytical, synthetic and complex-synthetic maps. Each of

these types of maps, classified by the level of logical systematization of knowledge in cartographic research of the problem, is used and performs certain functions. A series (complex) of element-by-element maps, each of which systematizes data on the location of any one object on the territory, is a means of analysis for researching the nature of the manifestation of interrelationships of objects. In the process of complex mapping, such complexes of elemental maps usually have an auxiliary value, since they allow to systematize materials from only a limited number of objects, without covering the problem in general. Synthetic maps serve as a reflection of research results. Since they are, as a rule, ambiguous, it is difficult to imagine a universal synthetic map that characterizes all the complexities of the problem. Therefore, it is more appropriate to display the results of conceptual and cartographic synthesis not on one synthetic, but on several complex-synthetic maps. At the same time, it is important that each map covers a more complete set of issues characterizing the system being mapped, and a series of maps or an atlas would reflect the connections of systems of different ranks, up to the "man - nature" system.

Complex maps are the most widely used tool for displaying the multiple interrelationships of the elements of the "human - nature" system. It is known that the information capacity of complex maps is much higher than that of elemental maps, which creates good prospects for their further use as a source of multilateral information needed in scientific research and solving practical problems. However, already in the process of creating complex maps, the task of analysing the phenomena and objects studied in terms of the problem of nature management can be solved. Solving this problem, as well as other research tasks in the process of complex mapping, is quite natural. It was based on the application of cartographic forms of logical methods of cognition (comparison, analysis and synthesis, abstraction and generalization), which constitute the essence of the cartographic method.

#### *Hydrogeological mapping*

In order to generalize and graphically display the results of hydrogeological investigations, hydrogeological maps were constructed, which show the relationship between the geological structure, relief and groundwater.

By purpose and content - prepared *general* hydrogeological map, on which the main elements of hydrogeological conditions are depicted with maximum completeness for this scale (areas of distribution of aquifers, complexes and aquifers; mineralization and chemical composition of underground waters; depth of groundwater, limits of distribution of fresh and salt water; reference points (wells, wells, springs, etc.); the direction of movement of underground water and individual elements or aspects of hydrogeological conditions, in particular the conditions of protection of underground water.

According to the method of graphic design - will be provided combined maps on which hydrogeological elements are presented using coloured colouring, crappies, isolines of different colours, coloured hatching, separate marks of different shapes, sizes and colours, numbers, letters and indices and dismembered, which shows one of the hydrogeological elements.

***The method of graphic display on the basis of the map of the characteristics of the pollution zone, which is formed as a result of calculated accidents.***

A special computer application developed in the form of a geographic information system (GIS) project in the ArcView GIS programming environment is used for graphical display of the characteristics of the pollution zone on a cartographic basis. The developed GIS project is used together with another computer application that provides the calculation of the concentration field of substances in the pollution zone, which was developed using the Object Pascal programming language (Delphi programming environment).

Information communication between two computer applications is supposed to be organized using dynamic data exchange technology (DDE technology). At the same time, GIS is used as a server application; calculation system as a client application.

GIS consists of three subsystems: data storage and correction subsystems, information processing and analysis subsystems, search subsystems and subsystems for displaying output data and calculation results.

The data storage and correction subsystem contains the following blocks of information:

- a block for storing information on UKRNDIEP expeditionary observations on hydrochemical indicators of the state of the Danube and its estuarine branches;
- block for storing information on expeditionary observations of UKRNDIEP on hydrobiological indicators of the state of the Danube and estuarine branches;
- block for storing information on systematic studies of hydrochemical indicators of the state of the waters of the Ukrainian part of the river Danube and estuarine branches of the Danube hydrometeorological observatory and the laboratory of the Danube regional office of water resources;
- block for storing information on hydrological indicators of the Danube and its estuarine arms.

The information processing and analysis subsystem consists of two blocks: block of statistical processing of initial data and block of comprehensive assessment of water quality. In the complex water quality assessment block, 2 methods of water quality assessment based on hydrochemical indicators are used:

- a technique based on the use of the water pollution index (WPI);
- a technique based on the use of the pollution coefficient (PC).



The methodology, based on the use of the water pollution index, can be used for a comprehensive assessment of the quality of both surface and sea waters. Comprehensive assessment of the quality of sea waters according to *WPI* is based on 4 indicators with the mandatory inclusion of the content of dissolved oxygen in the concentration values of 3 priority pollutants. For *WPI* the values of 6 indicators of water quality are used to assess the quality of land surface waters, namely, the content of dissolved oxygen, the hydrogen indicator, pH and BOC<sub>5</sub> - mandatory indicators in this case. In addition, both for surface waters of land and in the case of sea waters, when calculating *WPI* concentrations of 3 priority pollutants will be used.

The main drawback *WPI* - taking into account only chemical indicators. In fact, this comprehensive indicator makes it possible to assess the quality of water not from the point of view of the ecological state, but from the point of view of the suitability of water for fish farming use.

Calculation *PC* is carried out according to the formulas (5.2-5.3) for 10 substances with the worst values of the multiplicity of exceeding the MPC ( $N_i^{MPC}$ ) at the observation point. The quality class of land surface waters is established according to the classification given in table 5.2.

Pollution coefficient *PC* as well as the water pollution index *WPI*, takes into account only chemical indicators of water quality. It also characterizes the quality of water not from the point of view of ecological status, but from the point of view of suitability of water for fish farming use. But unlike the indicator *WPI* pollution coefficient *PC* has a non-linear nature of dependence on the concentrations of pollutants, which ensures consideration of the non-linear nature of the response of the ecosystem to the anthropogenic load.

The method of environmental assessment of the quality of surface water according to the relevant quality categories, as well as the method based on the use *PC*, is used only for surface waters of land. However, unlike the first two methods, it takes into account both chemical and biological indicators of water quality.

The information display subsystem consists of a reporting unit and an interactive electronic map. The reporting unit provides for the creation of tables with information on the results of calculations of the concentrations of pollutants in the specified calculation units in the pollution zone. In addition, graphs of changes in pollutant concentrations along a given direction are provided.

The interactive electronic map is created in the form of an ArcView GIS document of the "View" type. The tables of contents of this document include general geographic and thematic spatial layers. General geographic spatial layers include the following:

- 1) administrative regions of Ukraine;
- 2) cities;
- 3) urban-type settlements and villages;

- 4) arms of river Danube;
- 5) lakes;
- 6) the state border of Ukraine;
- 7) Black sea.

General geographical spatial layer "Arms of river Danube" was created by thematic analysis of space photographs of the Ukrainian part of delta of the river Danube. Other general geographic layers were created based on the topographical electronic map of Ukraine with thematic information of the Ministry of Emergency Situations of scale 1: 500,000.

Thematic spatial layers include the following:

- 1) river water quality monitoring points of UKRNDIEP and the State Hydrometeor;
- 2) river water quality monitoring points of the State Water Agency
- 3) return water releases;
- 4) control structures of return water releases;
- 5) water quality indicators.

All standard ArcView GIS controls are stored in the "Interactive Electronic Map" block:

- 1) a tool for obtaining information about objects displayed on the map;
- 2) controls for selecting objects;
- 3) controls for changing the displayed fragment and scale of the map;
- 4) controls for signing objects and creating captions;
- 5) a tool for measuring distances.

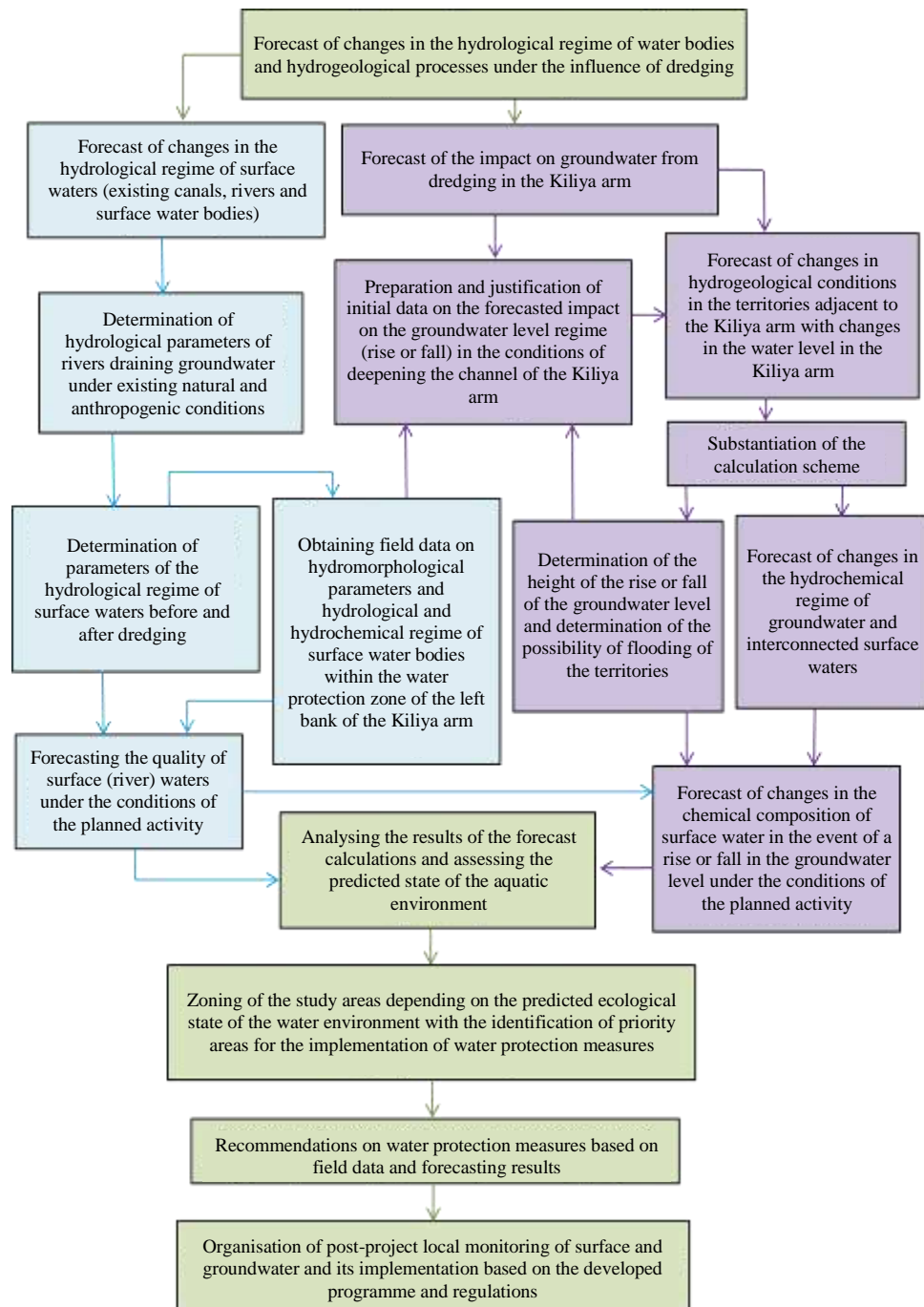
In addition, some additional control elements have been developed in the GIS information display subsystem: a tool for creating diagrams of surface water quality indicators directly on the map; a tool for displaying on a map the results of a comprehensive assessment of water quality at observation points; a tool for displaying on a map the results of the calculation of the concentration field of pollutants in the pollution zone.

#### **6.4 Forecasting methods**

*Methodology for forecasting the impact of planned activities on surface and underground waters*

It is important to determine the conditions of the ecologically safe state of water with the determination of places of discharge into rivers and existing channels and the forecast of the impact of changes in the hydrological regime of rivers on the hydrogeological conditions of the adjacent territory.

For this purpose, a methodology for forecasting changes in the state of the water environment has been developed (Fig. 6.8).



**Figure 6.8 – Algorithm (methodology) for forecasting the impact of planned activities on the water environment and determining the conditions for the sequence of implementation of water protection measures**

To identify and analytically assess the risks associated with a possible rise or fall in the level of groundwater, as well as for the theoretical justification of places of possible flooding of territories and places of possible discharge of groundwater into rivers and reservoirs, based on the performance of calculations necessary to determine the change in the hydrological regime of surface waters and the hydrodynamic regime of underground waters, for the period of dredging works in the Kiliya arm, the algorithm shown in Figure 6.1 was developed.

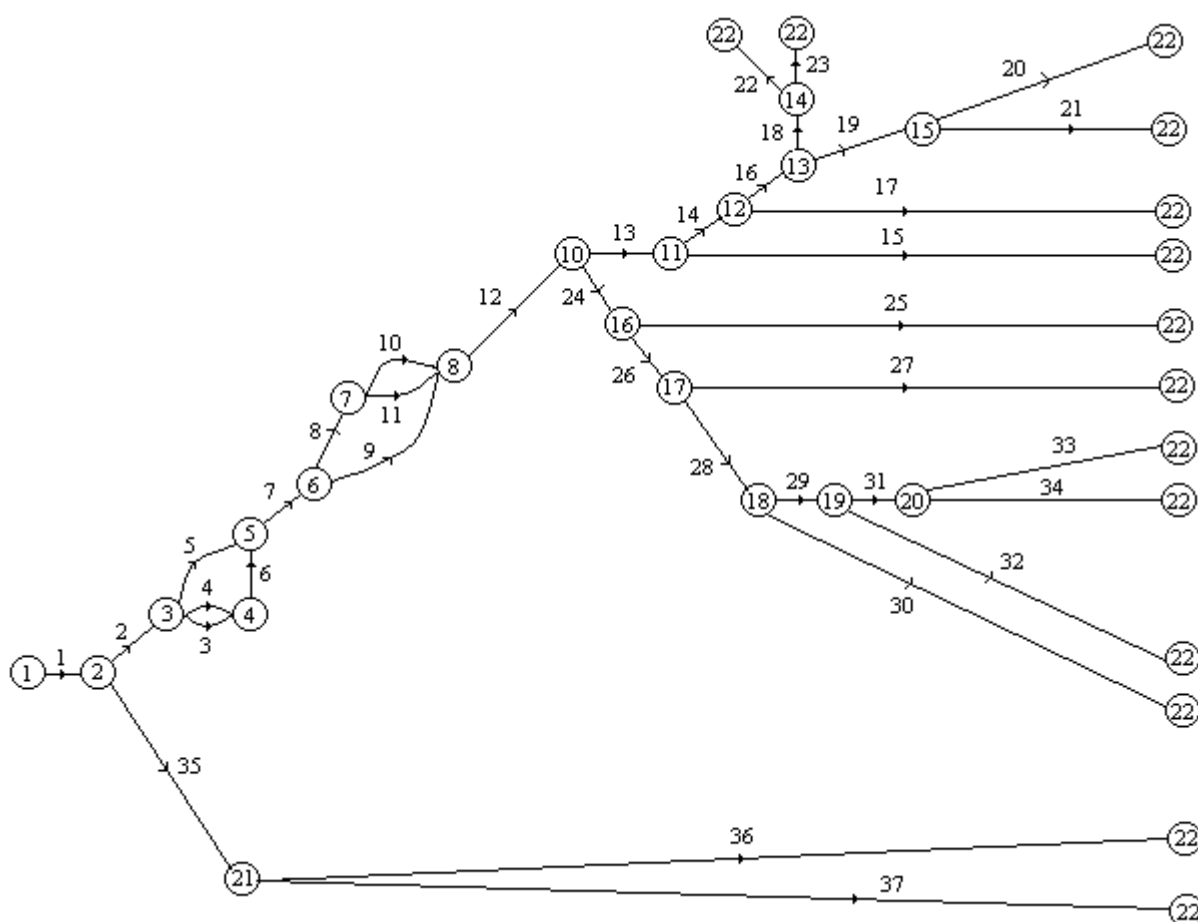
**Methodology for predictive calculations of the spread of the pollution zone in the Danube Delta** is based on mathematical modelling of water and pollutant transport processes in river systems, namely, in the arms of the Danube delta.

In the process of research, the structure of the Danube delta is set in the form of graphs, where the arcs of the graph correspond to individual branches of the Danube delta, and the vertices correspond to the places of confluence or branching of river water flows. Figure 6.7 shows the diagram of the Danube Delta graph (hereinafter, the DDG), where the DDG arcs are shown by arrows numbered from 1 to 37, the DDG vertices are shown by circles numbered from 1 to 22. Peak 1 corresponds to the inlet of the Danube Delta; peaks numbered 22 correspond to the confluence of the delta arms into the Black sea. The names of the arms of the Danube delta and the numbers of the DDG arcs corresponding to them according to Figure 6.9 are given in Table 6.21.

**Table 6.21 – Correspondence between the numbers of the DDG arcs and the names of the arms (or sections) of the Danube Delta**

<b>Arc number</b>	<b>The name of the arm (or section) of the Danube Delta</b>
1	Entrance area
2	Kiliyskyi above the source of Kyslytsia
3	Ivanesh
4	Middle, upper part
5	Kyslytsia
6	Middle, lower part
7	Kiliyskyi above the city of Kiliya
8	Kiliyskyi below the city of Kiliya
9	Babina
10	Solomonov
11	Priamyi
12	Kiliyskyi in the area of the city of Vylkove
13	Ochakiv above the source of Ankudinov
14	Ochakiv between the sources of Ankudinov and Poludennyi
15	Ankudinov
16	Ochakiv between the sources of the Poludennyi and the Prorva
17	Poludennyi
18	A chasm above the head of the channel
19	Potapivsky above the source of Gneushev
20	Potapivsky below the source of Gneushev
21	Gneushev
22	Connecting channel
23	Prorva below the channel head
24	Starostambulskyi above the source of the Bystre
25	Bystre
26	Starostambulskyi between the sources of the Bystre and Eastern
27	Eastern
28	Starostambulskyi between the sources of the Eastern and Limba

Arc number	The name of the arm (or section) of the Danube Delta
29	Starostambulskyi between the sources of Limba and Kuril
30	Limba
31	Starostambulskyi between the sources of the Kuril and Tsyganskyi
32	Kuril
33	Tsyganskyi
34	Starostambulskyi below the source of Tsyganskyi
35	Tulchynskyi
36	Sulynskyi
37	Georgiivskyi



**Figure 6.9 – Diagram of the Danube Delta graph (DDG)**

In the mathematical modelling of water and substance transport processes in the Danube Delta, two problems are actually considered - hydraulic and diffusion, and the results of solving the hydraulic problem are used to solve the diffusion problem.

In *hydraulic problem*, water flows and flow velocities in the arms of the Danube delta are determined.

Water consumption  $Q_m$  in the sleeve of the delta, which corresponds to the arc of the DDG with the number  $m$ , is calculated by the formula

$$Q_m = \frac{\sqrt{\Delta z_m}}{R_m}, \tag{6.26}$$

in which

$$R_m = \frac{n_m \sqrt{L_m}}{B_m h_m^{5/3}}, \tag{6.27}$$

where  $\Delta z_m$  - the difference between the levels of the free water surface in the inlet and outlet sections of the considered arm;  $n_m$  - coefficient of roughness of the bed of this arm;  $L_m$  - arm length;  $B_m$  and  $h_m$  - average (along the arm) values of the width and depth of the water flow in this arm.

For calculation *hydraulic resistances*  $R_2, R_3, \dots, R_{37}$  according to formula (2), values are first determined  $n_m, L_m, B_m, h_m$ . At the same time, it is assumed that the specified values are linear functions of water consumption  $Q_1$  on *input arc 1* (Fig. 2) and work data on flow rates are used  $Q_1$  and values  $n_m, L_m, B_m, h_m$  for all DDG arcs during low tide and during flood [5].

The task of determining the flow of water in the arms of the Danube Delta is formulated as follows: at given flow rates  $Q_1$  on input arc 1 (Fig. 12.3) and hydraulic resistances  $R_2, R_3, \dots, R_{37}$  (they depend on the cost  $Q_1$ ) it is necessary to calculate water consumption  $Q_2, Q_3, \dots, Q_{37}$  in the arms of the delta, which correspond to arcs 2, 3, ..., 37.

To calculate water consumption in the Danube delta branches, the entire DDG is divided into a set of arcs that *connected in parallel* (Fig. 12.3, a) or *successively* (Fig. 12.3, b).

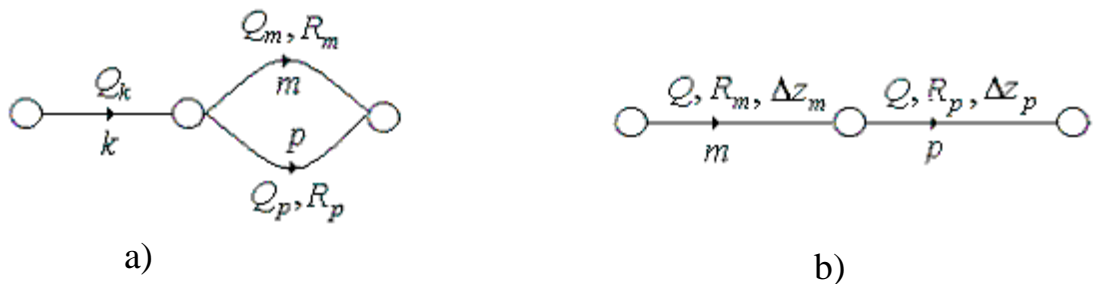


Figure 12.3 – Connection diagram of two DDG arcs with numbers  $m$  and  $p$ : a) – the arcs are connected in parallel; b) – the arcs are connected in series.

When two arcs are connected in parallel, the hydraulic resistance of the system of these arcs is calculated by the formula

$$R_{m,p}^{par} = R_m R_p / (R_m + R_p), \quad (6.28)$$

and in the case of serial connection - according to the formula

$$R_{m,p}^{ser} = \sqrt{R_m^2 + R_p^2}. \quad (6.29)$$

Calculation of water flow in the arms of the Danube delta using formulas (3), (4) is, to a certain extent, analogous to the calculation of current strength in a complex branched electrical circuit. At the same time, the role of the current strength in the sections of the electric circuit is played by the flow of water in the arms of the Danube delta, and the role of the electric resistances of the sections of the circuit is played by the hydraulic resistances of the arms of the delta. As you know, for the electrical calculation indicated above, Kirchhoff's rules (the rule of contours and the rule of knots) are used, which allow us to obtain a system of linear algebraic equations with respect to the strength of the current in the sections of the electric circuit. If you use a similar approach to calculate the water flow in the Danube delta branches, you can get a rather complex system of 37 linear algebraic equations with respect to the water flow  $Q_2, Q_3, \dots, Q_{37}$  in the arms of the delta. But the fact that the count of the Danube delta (Fig. 2) has only one *input vertex* (vertex 1) and only one *the original peak* (vertices with the number 22), allows you to significantly simplify the calculation of costs  $Q_2, Q_3, \dots, Q_{37}$  and perform this calculation without considering the corresponding system of linear algebraic equations.

After calculating the costs  $Q_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 37$ ) flow velocities  $u_i$  in the corresponding branches of the Danube delta are calculated according to the formula

$$u_i = Q_i / B_i / h_i \quad (i = 1, 2, \dots, 37).$$

In *diffusion problem*, the calculation of the one-dimensional unsteady field of the concentration of pollutants in the arms of the Danube delta is considered, which can be created at *emergency pollution* of river water due to man-made accidents: accidental damage to ships during navigation, industrial accidents during the reconstruction of the DWNF, etc.

Since the simultaneous occurrence of several accidents in the water area of the Danube Delta is unlikely, in the diffusion problem it is assumed that accidental pollution occurs due to the action of only one *emergency source of pollution* – a stationary point source that operates for a

certain time and is characterized by the mass of pollutants entering the river water from this source per unit of time. The emergency source of pollution is also characterized by the fact that the mass of substances that enter the Danube Delta from this source per unit of time significantly exceeds the mass of substances that enter the Danube Delta during this time from all other sources of pollution.

In the diffusion problem, the transport of the considered pollutant along the corresponding arm of the Danube delta is described by the following longitudinal diffusion equation:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} - D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = -kC, \quad (6.30)$$

where  $C$  - concentration of this substance;  $t$  - time;  $x$  - the coordinate directed in the direction of the considered arc of the DDG (in the direction of the water flow along the corresponding arm of the delta); water flow rate on this arc;  $D$  - coefficient of longitudinal diffusion;  $k$  - coefficient of non-conservativeness of the substance.

In equation (5), the unknown is the concentration  $C = C(x, t)$ , and values  $u$ ,  $D$ ,  $k$  are considered given. In particular, the value  $u$  is determined when solving the hydraulic problem described above.

The boundary conditions for equation (5) are set in the input and output sections of the considered arc and have the following form, respectively:

$$C(0, t) = C_{in}(t), \quad \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=L} = 0, \quad (6.31)$$

where  $C_{in}(t)$  - the given concentration of the substance in the input beam of the arc (it is calculated in the process of solving the considered problem of substance transfer);  $L$  - the given length of the arc (the length of the corresponding arm of the Danube delta).

The initial condition for equation (5) is written as follows:

$$C(x, 0) = C_0(x), \quad (6.32)$$

where is a function  $C_0(x)$  is considered given (in particular, it may be that  $C_0 = const$ ).

To calculate the concentration field  $C(x, t)$  they are also used on all traffic lights *conjugation conditions*, which reflect the mass balance of the substance in all the vertices of the DDG (Fig. 12.2), except vertices 1 and 22. Conjugation conditions are not listed here, because they are quite cumbersome. We only note that in the conjugation conditions, the water flow rates on the corresponding DDG arcs, which are determined when solving the hydraulic problem, are used.



For each DDG arc, equation (5) with boundary conditions (6) and initial condition (7) is solved numerically using an absolutely stable finite-difference scheme of the first order of accuracy with respect to spatial and time steps. At the same time, the corresponding system of linear algebraic equations with respect to substance concentrations at the calculation points of the arc is solved by the sweep method.

Algorithm for calculating the substance concentration field  $C(x,t)$  for all arcs of the DDG at the calculated moments of time consists of a number of calculation steps, at each of which a certain part of the DDG is considered. At the same time, appropriate conjugation conditions are used, and the DDG arcs are "circulated" in a certain order.

*Methodology for forecasting the effects of the construction of dams of the sea approach channel of the DWNF on the redistribution of flow in the arms of the Danube delta, sediment transport and the dynamics of lithodynamic processes*

The two-dimensional COASTOX-MORPHO model was used to study the influence of the Danube river - Black sea sea approach channel on the coastal zone in the area between the mouth of the Bystre arm and the mouth of the Starostambulk branch of the Danube River. The COASTOX-MORPHO modelling complex, which was developed by the team of developers of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Institute of Problems of Mathematical Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, includes a chain of models "waves - coastal currents - transport of silt heads - reshaping of the bottom surface", which allows predicting the dynamics of river hydraulics processes, coastal hydrodynamics zones, bottom and shore reshaping.

Verification of COASTOX-MORPHO based on laboratory simulation data and its application to the region of the Bystre mouth of Danube Delta are presented in works [49], [50]. COASTOX-MORPHO is a further development of the COASTOX-R code [51], which is based on the finite-volume solution of the two-dimensional equations of shallow water taking into account the generation of currents by waves.

**Current calculation module COASTOX-MORPHO** is based on a two-dimensional system of equations averaged over time on scales significantly exceeding the period of "short" waves (storm waves, ripples) in the long-wave (hydrostatic) approximation [52]. These equations clearly describe tides and water level fluctuations associated with wind gusts. The influence of short waves on currents and changes in the averaged level are parametrized in the equations by wave voltages. The corresponding system of equations in which the time-averaged currents in the coastal

zone are determined by the balance between the wind shear stress  $\tau_w$ , bottom shear stress  $\tau_b$ , the vertical averaged tensor of turbulent horizontal exchange  $T_{ij}$ , the radiation stress tensor  $S_{ij}$  and the force caused by the gradient of the free surface elevation  $\partial\xi/\partial x_i$ , has the following form [51]:

$$\frac{\partial d}{\partial t} + \frac{\partial q_i}{\partial x_i} = 0 \quad (6.33)$$

$$\frac{\partial q_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} u_j q_i + g d \frac{\partial \xi}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( D_j \frac{\partial q_i}{\partial x_j} \right) - \tau_{bi} + \tau_{wi} + \tau_{Si} \quad (6.34)$$

where  $t$  – time,  $x_i$  – spatial coordinates,  $d = \xi - b$  – flow depth,  $u_i$  – flow speed in the direction  $x_i$ -coordinates,  $q_i$  – water consumption in the direction  $x_i$ -coordinates,  $\xi(x,y,t)$  is the equation of the free surface,  $b(x,y,t)$  – the equation of the earth's surface,  $g$  – Acceleration of gravity,  $\tau_{Si}$  – wave voltage in the direction  $x_i$ -coordinates,  $\tau_{wi}$  – surface wind stress,  $D_j$  – the coefficient of horizontal turbulent viscosity is a function of wave characteristics [53].

The bottom stress consists of two components, the first of which is determined by the quasi-stationary current, and the second by the bottom orbital motion of waves. After averaging the bottom stress over the period of the surface wave, we obtain the following formula [54] for the bottom stress due to the action of waves and currents.

$$\tau_{b1} = c_b \left\{ \left( U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \cos^2 \alpha \right) u_1 + \left( \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin \alpha \cos \alpha \right) u_2 \right\}, \quad (6.35)$$

$$\tau_{b2} = c_b \left\{ \left( \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin \alpha \cos \alpha \right) u_1 + \left( U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin^2 \alpha \right) u_2 \right\}, \quad (6.36)$$

where  $\alpha$  – the angle of incidence of the wave to the shore relative to the coordinate line  $x_1$

$$U_{wc} = \frac{1}{2} \sqrt{|u_1^2 + u_2^2 + \omega_b^2 + 2 u_1 \cos \alpha + u_2 \sin \alpha \omega_b|} + \sqrt{|u_1^2 + u_2^2 + \omega_b^2 - 2 u_1 \cos \alpha + u_2 \sin \alpha \omega_b|}, \quad (6.37)$$

$$\omega_b = \frac{\sigma H_w}{\pi \sinh kd} \quad (6.38)$$

Here  $\sigma$  - angular frequency of the wave,  $H_w$  - wave height,  $k$  - wave number.

Wave voltages are calculated using formulas

$$\tau_{Si} = -\frac{1}{\rho_w} \frac{\partial S_{ij}}{\partial x_j}, \quad (6.39)$$

where  $S_{ij}$  - radiation voltages generated by waves. At depths less than 0.35 m, radiation stresses are given by the ratio

$$\tau'_S = \tau_S \frac{h}{0.35}. \quad (6.40)$$

**The HWAVE module is used to calculate the wave radiation voltage [50].** Radiation stresses are input data to the COASTOX currents module.

Taking into account the vertical distribution of the potential of the wave speed [50, 55, 56], the distribution of fluid pressure [57], the slow change of the flow  $\vec{U}_\alpha$  at distances of the order of a characteristic wavelength  $\lambda_0$  [58], as well as slowly changing vertical velocity  $W$  in the horizontal plane, the radiation stress components [50] will have the following form:

$$S_{11} = \rho \cdot \overline{\tilde{\varphi}_x^2} \frac{1}{g} c c_g + [-\rho \overline{\tilde{\varphi}^2} \frac{\sigma^2}{g} (1 - \frac{c_g}{c})] + \frac{\partial}{\partial x} R_{xz} + \frac{\partial}{\partial y} R_{yz} + \frac{1}{2} \rho g \overline{(\tilde{\eta}^2)}, \quad (6.41)$$

$$S_{12} = \rho \overline{\tilde{\varphi}_x \tilde{\varphi}_y} \frac{1}{g} c c_g, \quad S_{21} = S_{12}, \quad (6.42)$$

as well

$$R_{xz} = \rho \overline{\tilde{\varphi}(\tilde{\varphi}_x)} A, \quad R_{yz} = \rho \overline{\tilde{\varphi}(\tilde{\varphi}_y)} A, \quad (6.43)$$

$$A = \frac{h}{4 \cosh^2 k(h + \zeta_0)} [\cosh 2k(h + \zeta_0) - \frac{1}{2kh} \sinh 2k(h + \zeta_0)] \quad (6.44)$$

Component  $S_{22}$  we get by permuting the variables  $x$  and  $y$ . The top line means averaging over the wave period. Here  $c$ ,  $c_g$  - phase and group velocity of the wave, respectively,  $h$ ,  $\eta$  - the depth and elevation of the free surface relative to the stable water level,  $\zeta_0$  - a change in the water level associated with the propagation of waves,  $\tilde{\eta} = \eta - \zeta_0$ . In the case of fluid motion, which is a

consequence of the purely periodic motion of the free surface, Appendices  $R_{xz}, R_{yz} = 0$  and the components of the radiation stress tensor coincide with the corresponding Longue-Higgins components [58], which are functions of the wave height and the angle of its propagation. Writing in such terms is convenient for practical applications and is widely used in hydrodynamic models such as M2d [59, 60].

Note that in [49] for finding the velocity potential  $\tilde{\varphi}$  the flow distribution method is used  $Q^{(x)}, Q^{(y)}$ , similar to Copeland [61]. Recording of wave voltages [62] due to distributed flows  $Q^{(x)}, Q^{(y)}$  used for the hyperbolic wave model of the "positive slopes" equation of the Mike-21 CAMS hydrodynamic module [63]. In [50], the obtained relations (6.41) – (6.44) for radiation voltages are presented in terms of the velocity potential  $\tilde{\varphi}$ , which is a solution to the equation of "positive slopes" of the hyperbolic type, and do not depend on the method of finding the solution.

**Silt transport equation.** Simultaneously with the surface flow of water, the process of washing, transport and redeposition of soil particles begins. The transfer of suspended particles by the liquid flow is described by the following convective-diffusion equation

$$\frac{\partial(hS)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uhS) + \frac{\partial}{\partial y}(vhS) = \frac{\partial}{\partial x}\left(hD_x \frac{\partial S}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(hD_y \frac{\partial S}{\partial y}\right) - (1-\phi)\rho_b \frac{\partial \eta}{\partial t}, \quad (6.45)$$

where  $\phi$  - porosity of the upper soil layer;  $\rho_b$  - the density of the soil backbone;  $S$  - volume concentration of suspended sediments;  $\eta$  - bottom surface equation.

**Erosion/deposition of soil particles.** The change in the topography of the earth's surface is described by the equation

$$\rho_b(1-\phi) \frac{\partial \eta}{\partial t} = q^s - q^b, \quad (6.46)$$

where  $q^s$  and  $q^b$  - according to the intensity of redeposition and erosion of the earth's surface.

The intensity of hydraulic erosion and the intensity of sediment deposition were calculated based on the approach that determines them by the difference between the equilibrium concentration and the current concentration of suspended sediments

$$q^s = \max(0, w_0(S - S^*)),$$

$$q^b = \max(0, E_r w_0(S^* - S)),$$

where  $S$  - volume concentration of deposits;  $S^*$  - the equilibrium concentration of sediments, which corresponds to the transport capacity of the stream;  $w_0$  - sediment deposition rate;  $E_r$  - coefficient of surface flow erosion.

The equilibrium concentration of sediments is determined by the ratio

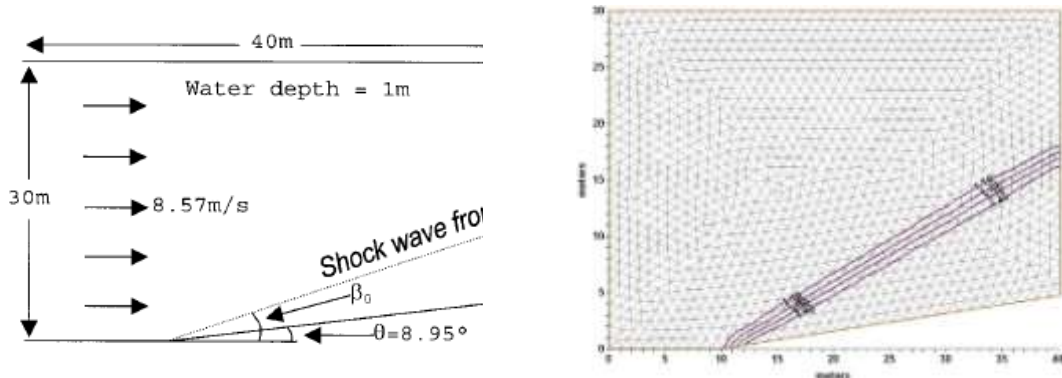
$$S^* = \frac{p}{h(u^2 + v^2)^{1/2}},$$

where  $p$  is the transport capacity of the flow.

The transport capacity of a stream for a given sediment size can be calculated using one of five equations: Engelund-Hansen, Yalin, Einstein-Brown, Bagnold and Ackers-White [64].

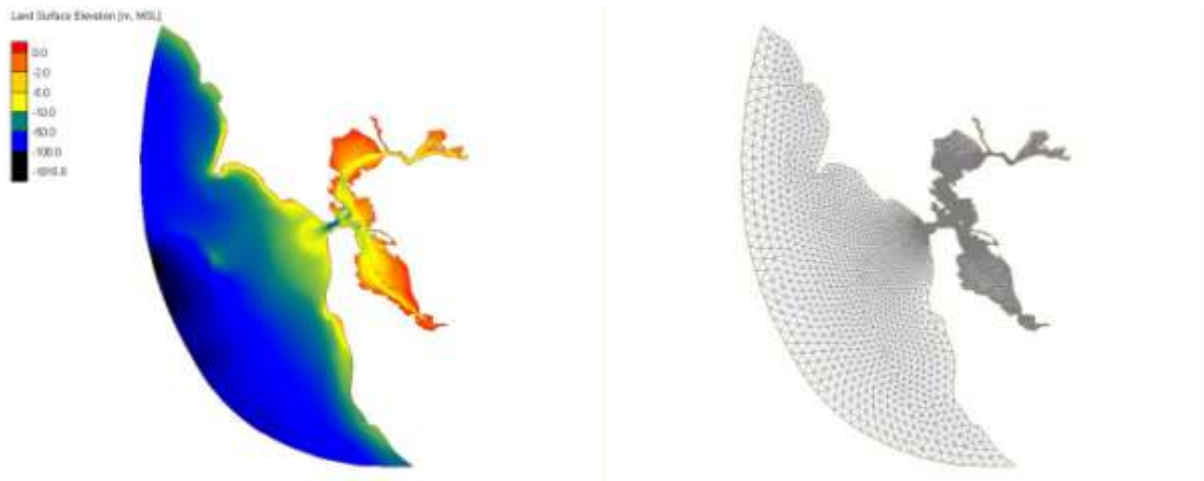
**Numerical model Coastox-UN**, which solves the shallow water equations on triangular unstructured grids. Unstructured grids allow efficient mesh thickening where it is necessary to describe narrow channels and thereby provide an opportunity to model river-sea hydraulic systems. The model uses an unstructured grid with triangular elements, on which the equations are solved by the finite volume method using a Godunov-type scheme. The scheme is explicit, conservative, TVD, and 2nd order accurate in both space and time. At the same time, the 2nd order in time is obtained using the Runge-Kutta method of the predictor-corrector type, and the 2nd order in space is obtained using two different methods of calculating flows at the stages of the predictor and corrector. At the first stage, a Godunov-type scheme with approximate Riemann solvers HLL and Roe is used. In the second stage, the flows are calculated directly, downstream, using the states of the Riemann problem. The algorithm is based on the SEA scheme [65] and has a number of modifications described in [66]. The model has been tested on a large number of 1-dimensional tests, such as tests [67] on a dam breach, the “steady-state transcritical flow with shock over a hump” test [65 68], the “small perturbation stationary solution” test [65, 68], as well as 2-dimensional tests such as various dam breach tests [68–70], the “recirculation flow after sudden expansion” test [68] and the “oblique hydraulic jump” test [68,69]. In all these tests, the model proved to be quite accurate.

The results of the latter are shown in fig. 6.10. The analytical solution for it is: depth behind the front – 1.5 m, current speed behind the front – 7.9525 m/s, angle of the front  $\beta_0=30^\circ$ . Simulated solution: depth behind the front – 1.4993 m, current speed behind the front – 7.9508 m/s, angle of the front  $\beta_0=30^\circ$ .

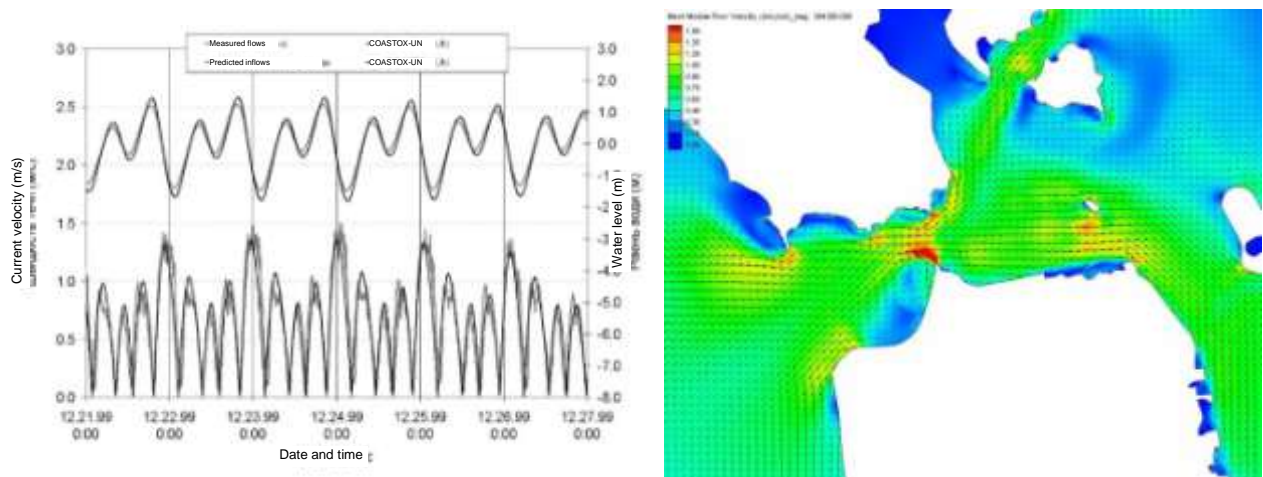


**Figure 6.10** The results of the "oblique hydraulic jump" test, on the left - the test scheme, on the right - the grid and calculated water levels.

One of the examples of model testing based on the results of field measurements, which were collected in December 1999 in the San Francisco Bay area [71]. Regular tidal waves create a specific hydrodynamic regime here, when all the water passes through the narrow place and spreads further into the bay. In this way, strong tidal currents arise. The simulation grid and comparison of natural and simulated results are shown in Fig. 6.11 and 6.12



**Figure 6.11** Bathymetry and grid of the simulation area of the San Francisco Bay area.



**Figure 6.12** On the left - measured and calculated water levels and current speeds, on the right - currents in the area of the connection of San Francisco Bay with the ocean, (m/s).

### *Methodology for carrying out model studies of transport of suspended silt from the dumping zone*

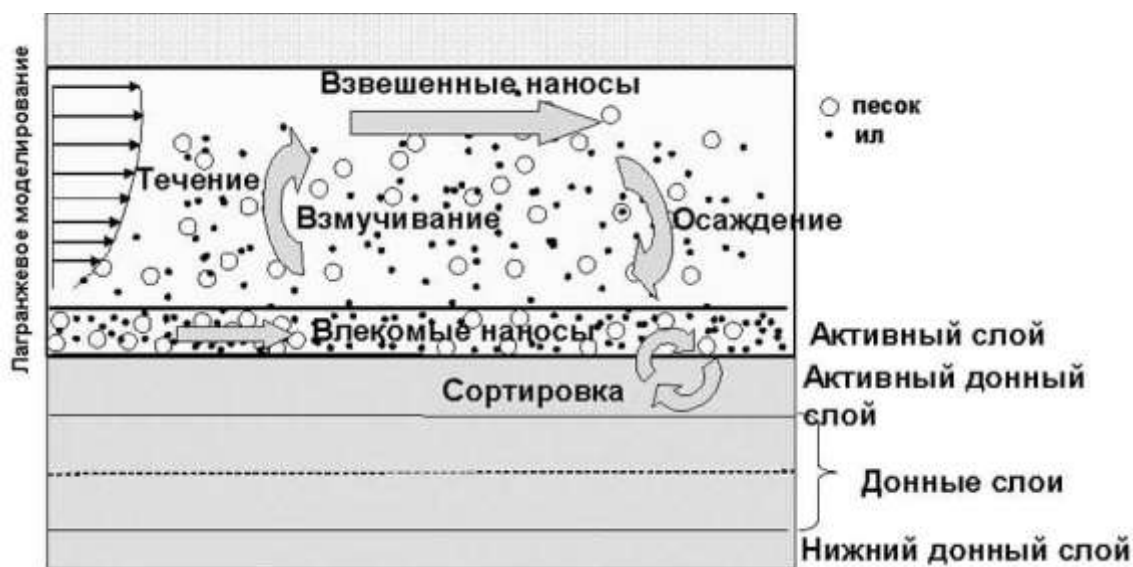
Model studies of the transport of suspended substances by sea currents were carried out using a three-dimensional model of silt transport and a numerical method for its implementation.

### Lagrangian multi-fraction model of silt transport and its testing

In recent years, a number of three-dimensional Eulerian and Lagrangian models of silt transport have been developed [72, 73]. Lagrangian models [72, 74] have a number of advantages compared to Eulerian models, due to the natural description of particle transport and the possibility of describing transport on scales smaller than the Euler grid step. However, in contrast to Euler models [72, 75], well-known three-dimensional Lagrangian models do not consider transport processes of multi-fraction silts. The reverse influence of buoyancy forces caused by the presence of suspended sediments was also taken into account only in some Euler models [76, 77].

The three-dimensional Lagrangian model [78] describes the transport of multi-fraction cohesive and incoherent silts, as well as their mixtures in two-dimensional and three-dimensional regimes. The water column and the bottom are divided into a number of layers: water layer, active layer, several active bottom layers and the lower non-eroded bottom layer (Fig. 6.13).

Suspended sediments are carried by currents and waves in the aquatic environment. The active layer is a zone of interaction between the water layer and the bottom layer. In the active layer (AL), sand particles can move in the form of bottom silts, be involved in higher layers of water or fall into the uppermost (active) bottom layer (ABL). The bottom non-eroding bottom layer is below the bottom layers.



**Figure 6.13** Scheme of silt transfer processes

The distribution of sand fractions in the AL differs from the distribution in the ABL due to the different rate of attraction of particles of different sizes into the water layer. If, as a result of erosion or divergence of the flow of bottom silts, the thickness of ABL) becomes zero, then the lower bottom layer begins to interact with the water layer and becomes ABL. The model allows you to calculate the transfer of an arbitrary number of sand fractions. It is assumed that all sand particles

of a given size class of AL and ABL are equally affected by water flow and involvement in the water layer and AL, respectively. Such sorting naturally leads to the effect of "self-wetting" (armoring) of the bottom material. The influence of migrating bottom ridges on the transport and sorting of bottom material is not taken into account in the model.

Different properties of bound and unbound sediments lead to a different mode of their interaction with the bottom layer, and the processes of removal and settling of these two types of sediments can be interconnected. According to the approach proposed by Van Ledden [79, 80], we assume that the erosion of a mixture of bound ("silt") and unbound ("sand") deposits has an unbound nature in the case when the level of clay content is below critical. If this level exceeds the critical level, the bottom layer goes into a bound state. At the same time, sedimentation of both forms of silt occurs independently. The model considers the bottom layer, which contains  $n$  fractions of unbound sediments ( $\geq 0.063$  mm) and one fraction of bound sediments. The model takes into account the mixed granulometric composition of sediments with an arbitrary number of sand fractions. The content of the sand fraction is defined as the ratio of the mass of particles of one class in the ABL on the bottom surface element to the mass of all silt particles contained in this volume. The basic limitation is as follows:

$$p_m + \sum_{i=1}^n p_{si} = 1, \quad (6.47)$$

where  $p_{si}$  and  $p_m$  is the content  $i$  sand fractions and mud fractions, respectively.

Depending on what the actual clay content is relative to the critical level  $p_{m,cr}$ , one of two possible erosion regimes is considered: unbound or bound.

The Lagrangian technique is used to model siltation, precipitation and transfer of the mixture. The concentration of the suspension is characterized by an ensemble of particles, and the transfer task is reduced to the study of particle trajectories. The mass of silt in the water layer and in the AS is divided into a large number of particles of the same mass. Each particle has three properties during the simulation:

1. Status (either "hanging" or "at the bottom")
2. Size class (from 1 to the  $n$ th, "0" class corresponds to mule)
3. Source class (from 1 to  $n_s$ -that)

Particles "at the bottom" are located in the AL, where sand and silt particles can remain at the bottom. Sand particles in AL can also move in the form of bottom silts. ABL serves as a source of particles for AL, when this layer loses mass due to the transition of particles into suspended silt



and/or divergence of the flow of bottom silt. It also absorbs particles from the AL when the thickness of the latter exceeds some given value. The thickness of the active layer is determined taking into account the arrival of sediment particles in the water layer and can change in time and space. The model provides for the possibility of only automatic increase of this thickness taking into account changes in the flow regime. Active bottom layers are intermediate layers between the bottom layer and suspended sediments contained in the water layer or in the mobile layer of bottom sediments.

To simulate the transfer of suspended silt in the water layer, the Lagrangian model of random wanderings (Random Dispersion Model or RDM) is used, in which particle displacements are modeled as a random Markov process [81]. Equations for particle movements  $(d\vec{x}, dz) = (dx, dy, dz)$  at each time step  $dt$  have the form

$$\begin{aligned} dx &= udt + \left( \frac{\partial K_x}{\partial x} \right) dt + \sqrt{2K} d\xi_x, \\ dy &= vdt + \left( \frac{\partial K_y}{\partial y} \right) dt + \sqrt{2K} d\xi_y, \\ dz &= wdt + w_s dt + \left( \frac{\partial K_z}{\partial z} \right) dt + \sqrt{2K_z} d\xi_z, \end{aligned} \quad (6.48)$$

where  $u$ ,  $v$  and  $w$  are factors of the speed of horizontal movement of particles,  $d\xi_x, d\xi_y, d\xi_z$  are normally distributed random variables with a deviation equal to  $dt$ . The model uses the assumption that the variability of the diffusion coefficient in the horizontal direction is much smaller than in the vertical direction.

The movement of each particle was calculated in two stages with a discrete time step  $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ . First, the arbitrary movement of the particle is calculated  $(\Delta x_r, \Delta y_r, \Delta z_r)$  as follows:

$$\begin{aligned} \Delta x_r &= \sqrt{2K\Delta t} P_x, \\ \Delta y_r &= \sqrt{2K\Delta t} P_y, \\ \Delta z_r &= \left( \frac{\partial K_z}{\partial z} \right) \Delta t + \sqrt{2K_z\Delta t + \left( \frac{\partial K_z}{\partial z} \right)^2 \Delta t^2} P_z, \end{aligned} \quad (6.49)$$

where  $P_x, P_y$  and  $P_z$  are random values uniformly distributed over the interval  $[-1;1]$ , diffusion coefficients  $K, K_z$  are calculated on  $k$  - that time step. The next step is to calculate the

particle displacement at the mean flow velocity and settling intensity using the second-order Runge-Kutta method.

Values of speed and coefficients of vertical and horizontal diffusion are calculated using a hydrodynamic model. For the interpolation of these values in space and time for each particle, a linear or non-linear method is optionally used.

**Unbound transport mode of the sand-silt mixture.** The hydrodynamics of the interaction of a suspension particle at the bottom with the flow is quite complex, and the suspension flows between the water layer and the AL in the model are parameterized on the basis of known semi-empirical ratios. Turbulent flow of suspended incoherent sediments of the  $i$ -th class  $E_s$  on the level  $z = -H + a$  is described as follows:

$$K_z \frac{\partial C_{s,i}}{\partial z} = w_{s,i} C_{a,i}, \quad (6.50)$$

where  $C_{s,i}$  concentration for the  $i$ -th class of sand,  $C_{a,i}$  - equilibrium concentration for this class of sand at some reference level *and* above the bottom  $\rho_s$  - density of sand particles [83]. The value of the equilibrium concentration can be calculated by several different methods, but the Van Rijn model [82, 83] is one of the most popular. In this model, the immeasurable value of the reference concentration [83] is determined as follows:

$$C_{ai}^s = \frac{0.015 D_i T_i^{1.5}}{a D_{*,i}^{0.3}} \quad (6.51)$$

Reference level  $a = \max\{\sigma h, k_s\}$ , where  $k_s$  roughness,  $\sigma$  - the level closest to the sigma bottom,  $D_i$  diameter of a grain of sand,

$$D_{*,i} = D_i \left[ \frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{1/3}, \quad T_i = \frac{u_*^2}{u_{*,cr,i}^2 (1 + P_m^\beta)} - 1, \quad (6.52)$$

where where  $s$  – specific density of particles,  $u_{*,cr}$  is the critical dynamic rate of erosion, calculated using the Shields criterion

$$u_{*,cr,i} = \sqrt{(s-1)g D_i \Theta_{cr,i}}, \quad (6.53)$$

where  $\Theta_{cr}$  - the mobility parameter defined in Van Rijn's model [37] as

$$\Theta_{cr,i} = \begin{cases} 0.24D_{*,i}^{-1} & , D_{*,i} \leq 4 \\ 0.14D_{*,i}^{-0.64} & , 4 < D_{*,i} \leq 10 \\ 0.04D_{*,i}^{-0.1} & , 10 < D_{*,i} \leq 20 \\ 0.013D_{*,i}^{0.29} & , 20 < D_{*,i} \leq 150 \\ 0.055 & , D_{*,i} > 150 \end{cases} \quad (6.54)$$

The fall speed of sand particles in water is determined using the Van Rijn model [83] as follows:

$$\frac{w_{s,i}}{g D_i^2 / \nu} = \begin{cases} \frac{D_i^{3/2}}{18} : & D_i \leq 0.1 \\ \frac{10}{D_i^{3/2}} \sqrt{1 + 0.01D_i^3} - 1 : & 0.1 < D_i \leq 1 \\ 1.1, & D_i > 1. \end{cases} \quad (6.55)$$

The initial fall velocity of unbound sediment particles is determined for each grid element and for all particle sizes. For each grid element, the total number of particles of a certain size that will settle or wash out is calculated. Modelling of sedimentation and erosion processes is carried out by appropriate marking of particles ("Suspended" or "Deposited"). Those particles marked as "Deposited" are not transported in the water layer and remain in the bottom layer. The mode of distribution of different fractions of sand in the active layer differs from the mode of their distribution in the upper active layer due to the fact that these layers are characterized by different rates of transition of particles to a suspended state, which results in the "self-wetting" effect.

It is assumed that the speed of sand transport in the unbound bottom layer decreases according to a linear law with increasing clay content in the sand layer [79].

$$\vec{Q}_i^{(s)} = \left( 1 - \frac{P_m}{P_{m,cr}} \right) \vec{Q}_i \quad (6.56)$$

where  $\vec{Q}_i$  - transfer of bottom sediments in an unbound state. Transport mode for sand particles  $i$ -th class is modelled using Van Rijn's formula [82] and is determined for each element of the area. The sediment transfer rate can be defined as the product of the number of mobile particles in the element  $N_{bi}$ , particle velocities  $U_{bi}$  and particle volume  $V_p$ , divided by the value of the area of the element  $S_E$ . According to Van Rijn's formula [82], the particle transfer rate is calculated as follows:

$$U_{bi} = u_* \left( 10 - 7 \sqrt{\frac{\theta_{icr}}{\theta}} \right), \quad (6.57)$$

where the Shields criterion  $\theta$  has the following form:

$$\theta = \frac{u_*}{(s-1)gD_i}, \quad (6.58)$$

where  $s = 1 - \rho_s / \rho_w$ ,  $\rho_s$ ,  $\rho_w$  - the value of the density of sediment particles and water, respectively;  $g$  - gravity,  $D_i$  - particle diameter,  $\theta_{icr}$  - mobility indicator [82]. The total number of particles in one element that will be transferred is calculated using the following dependence, which characterizes the transfer of bottom sediments [82]:

$$N_{bi} = S_E \frac{|Q_i|}{V_p U_{bi}} \quad (6.59)$$

It is this number of arbitrarily chosen particles in a certain element of the area that moves, and the model calculates the distribution of particles between elements in each separate time interval. When the thickness of the active layer in a certain element of the area is greater or less than the set value, excess sediment accumulates in the active bottom layer or new particles enter this element of the area from the active bottom layer. The thickness of the active bottom layer varies according to the mass balance.

It is assumed that for the purposes of modelling the process of silt erosion in an unbound state, the following erosion formula can be used [85]:

$$E^{(m)} = p_m E_0 \left( \frac{u_*^2}{u_{ce}^{(m)2}} - 1 \right), \quad (6.60)$$

$$D^{(m)} = 0 \quad (6.61)$$

where  $E_0$  [kg m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>] is the erosion index,  $u_{ce}^{(m)2} = \tau_{ce}^{(m)} / \rho_w$  - the critical speed of landslides in the bottom layer, which leads to erosion processes,  $\tau_{ce}^{(m)}$  - critical level of erosion load on the bottom layer. Since the sludge content can vary, the right-hand side of equation (10) was multiplied by  $P_m$ . Being in an unbound state, clay and silt particles are easily washed out from the top [86], so the value  $u_{*ce}^{(m)}$  must be much smaller than it is in the case when these particles are in a bound

state. The rate of deposition during the flow of sediments from water to the bottom layer is determined using the following formula [87] for the conditions  $C^{(m)} < C_c^{(m)}$ :

$$E^{(m)} = 0 \quad (6.62)$$

$$D^{(m)} = \frac{W_s^{(m)} C^{(m)}}{H} \left( 1 - \frac{u_*^2}{u_{cd}^{(m)2}} \right) \quad (6.63)$$

where  $W_s^{(m)}$  - settling velocity,  $u_{cd}^{(m)2} = \tau_{cd}^{(m)} / \rho_w$  - shear speed, which is critical for the deposition process,  $\tau_{cd}^{(m)}$  - critical level of shear stress,  $C^{(m)} = C_0 H$ , where  $C_0 = 0.3 \text{ kg m}^{-3}$  is the critical value of volume concentration.

**The connected mode of transport of the sand-silt mixture.** In the mode of connected muds  $P_m \geq P_{m,cr}$ , the erosion of both silt and sand is described by formula (6.60) with correction for the content of sand and silt:

$$E^{(m)} = P_m E_0 \left( \frac{u_*^2 - u_{ce}^{(m)2}}{u_{ce}^{(m)2}} \right) \quad (6.64)$$

$$E_i^{(s)} = P_{s,i} E_0 \left( \frac{u_*^2 - u_{ce}^{(m)2}}{u_{ce}^{(m)2}} \right) \quad (6.65)$$

It is assumed that the processes of sedimentation of sand and silt occur independently. For the regime of cohesive silts, the transport of bottom silts is restrained:  $\vec{Q}_i^{(s)} = 0$ . Bottom level  $\zeta$  varies depending on the processes of erosion/sedimentation and transport of bottom silts:

$$(1-\varepsilon) \frac{\partial \zeta}{\partial t} = \frac{1}{\rho_s} \sum_{i=1}^n \nabla \vec{Q}_i^{(s)} - E_i^{(s)} + D_i^{(s)} - \frac{1}{\rho_m} (E^{(m)} + D^{(m)}) \quad (6.66)$$

**Verification of the model on analytical solutions and experimental data** To test the model, a one-dimensional test with a constant flow mode was conducted. In the course of this test, the vertical diffusion and sedimentation of sediments are simulated until the moment of formation of a stationary profile. The case of steady flow in a channel with a constant depth is considered. The coefficient of vertical diffusion in the channel was determined from the ratio:

$$K_z(z) = \kappa u_* z \left( z - \frac{z}{h} \right)$$

where  $\kappa$  - the von Kármán constant,  $u_*$  - dynamic speed,  $h$  - channel depth.

In Euler's formulation, the problem that describes the diffusion and deposition of particles has the form:

$$\frac{\partial C}{\partial t} - w_s \frac{\partial C}{\partial z} = - \frac{\partial}{\partial z} K_z(z) \frac{\partial C}{\partial z}$$

with the following boundary conditions:

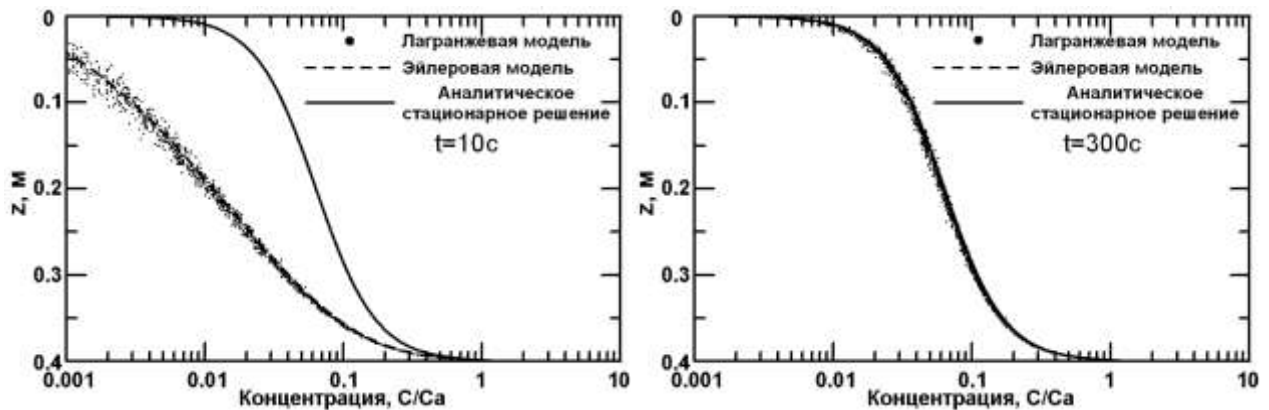
$$K(z) \frac{\partial C}{\partial z} \Big|_{z=z_b} = -w_s C_a$$

The equation has a stationary analytical solution:

$$C(z) = C_a \left( \frac{h-z}{z} \frac{z_{bot}}{h-z_{bot}} \right)^{\frac{w_s}{\kappa u_*}}$$

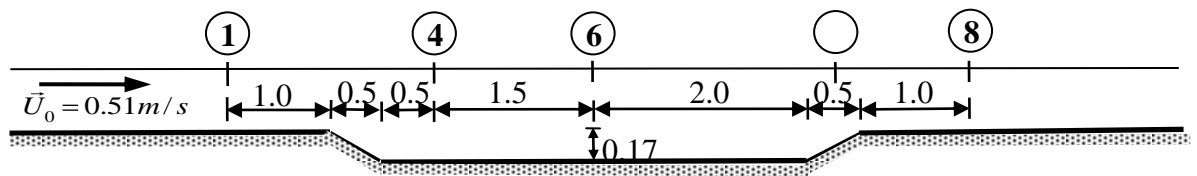
The Lagrangian model was compared for one class of incoherent silts for the following parameters:  $h = 0.4m$ ,  $u_s = 0.05 m/s$ ,  $C_a = 1kg/m$ ,  $w_s = 0.01m/s$ ,  $\chi = 0.4$ ,  $m_p = 3 \cdot 10^{-8} kg$ . The number of Lagrangian particles was equal to 1,000,000.

The results of numerical simulation by Lagrangian and Eulerian models are shown in fig. 6.14 together with analytical profiles. The simulations showed a good fit of the Lagrangian and Eulerian models for this case, and that the obtained profiles converge to the analytical steady-state solution.



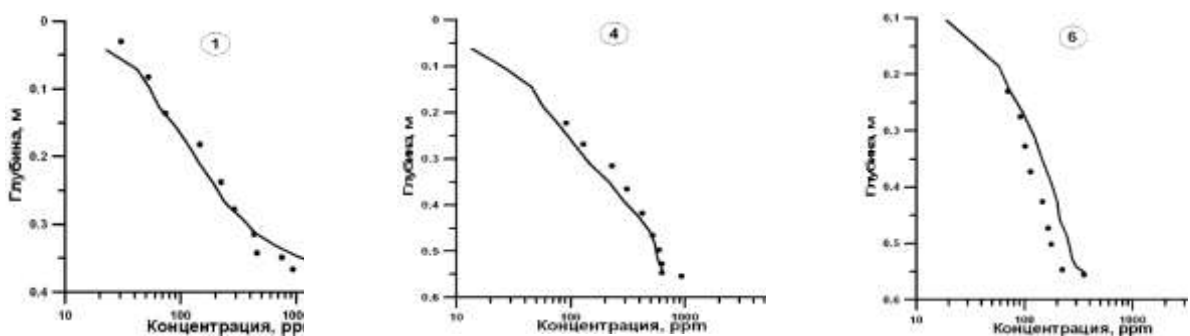
**Figure 6.14** Checking the model on analytical solutions

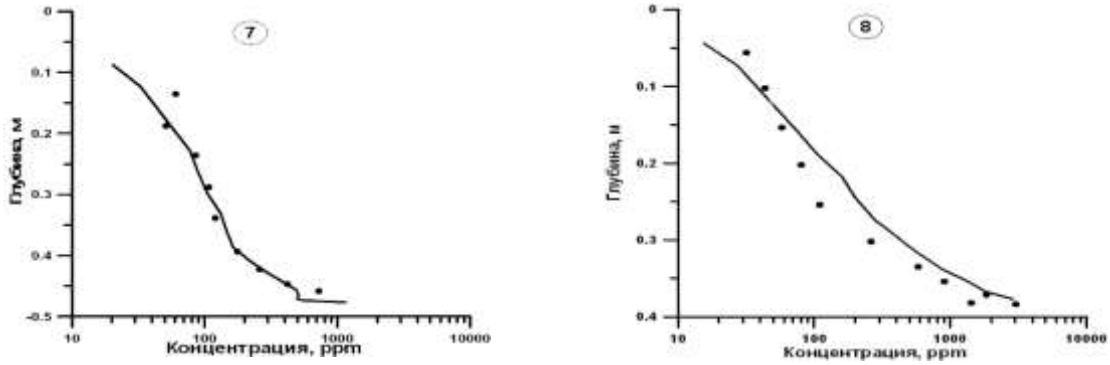
**Van Rijn's laboratory experiment (1986).** Calculations were carried out for a laboratory experiment [83] in which the silting of a shipping channel was simulated. The experiment was conducted in a tray 30 m long, 0.5 m wide and 0.7 m deep, with a working length of 10 m. The profile of the bottom of the working area and the position of the measurement profiles are shown in fig. 6.15. The layer of bottom sediments consisted of a fraction of fine sand  $D_{50} = 160 \mu m$ . At the entrance to the tray, the flow speed was 0.5 m/s, and the intensity of sand inflow was at the level of  $0.04 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-1}$ .



**Figure 6.15 Scheme of the experiment**

In the experiment, the effective roughness  $k_s = 0.025 \text{ m}$ . The currents were modelled using the three-dimensional hydrostatic model of the ROM [84]. In the calculations, the horizontal grid step was equal to 5 cm. Vertically, 21 sigma levels were used with thickening at the bottom. The total number of Lagrangian particles in suspended and bottom sediments was about 30,000. The time step of the hydrodynamic model was 0.0025 s, while the time step of the Lagrangian model was five times smaller. Fig. 5.24 shows the measured and calculated concentration profiles of suspended silt in the average section of the tray at the points shown in Fig. 5.13. The instantaneous concentration on the profile was averaged over an interval of 100 s. As can be seen from Fig. 5.24, the results of measurements and calculations are in good agreement.





**Figure 6.16 Comparison of experimental data with simulation results**

**Three-dimensional hydrostatic model of SELFE** intended for the calculation of hydrodynamic fields in lakes, estuaries and coastal zones of seas [85]. The model is suitable for both short-term and long-term forecasting. The hydrodynamic model calculates the three components of velocity, temperature, salinity, and free surface oscillations. The model uses a generalized “generic” turbulence model that can be used in  $k - \varepsilon$ ,  $k - \omega$ ,  $k - kl$  options. The model can work both in the sigma system of vertical coordinates for an accurate description of the topography of the bottom, and in the z system, when the sigma system cannot be used due to large slopes of the bottom. The model can also work in a mixed system: z-system in deep layers, and sigma-system in the shallow part of the region.

The model equations are written in the Cartesian coordinate system  $x, y, z$ . The resulting hydrodynamic variables are the three velocity components  $u, v, w$ , temperature  $T$ , salinity  $S$  and free surface oscillations  $\eta$ . The assumption of hydrostaticity and incompressibility of the liquid is used. Below are the basic equations:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (6.67)$$

$$\frac{du}{dt} - fv = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu_t + \nu_f \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial y} \right), \quad (6.68)$$

$$\frac{dv}{dt} + fu = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu_t + \nu_f \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial y} \right), \quad (6.69)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu'_t + \nu'_f \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_n \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_n \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{1}{\rho_0 c_p} \frac{\partial I}{\partial z}, \quad (6.70)$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu'_t + \nu'_f \frac{\partial S}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_n \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_n \frac{\partial S}{\partial y} \right), \quad (6.71)$$



$$\rho = \rho(T, S, P), \quad (6.72)$$

$$P = P_a + g\rho_0(\eta - z) + g \int_z^\eta \rho(x, y, z', t) dz' \quad (6.73)$$

Boundary conditions on a free surface  $z = \eta$ :

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} = w, \quad (6.74)$$

$$v_t' \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\tau_{AW}^x}{\rho_w}, \quad (6.75)$$

$$v_t' \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\tau_{AW}^y}{\rho_w}, \quad \frac{\tau_{AW}^x}{\rho_w} = \frac{\rho_a}{\rho_w} c_{DAW} \sqrt{u^2 + v^2} u, \quad \frac{\tau_{AW}^y}{\rho_w} = \frac{\rho_a}{\rho_w} c_{DAW} \sqrt{u^2 + v^2} v, \quad (6.76)$$

$$v_t' \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{\rho_w c_{pw}} Q_{AW}, \quad v_t' \frac{\partial S}{\partial z} = 0, \quad k = \left( \frac{u_*^s}{c_\mu^0} \right)^2, \quad \frac{v_t'}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = c_\mu^0 \frac{k^{3/2}}{\kappa(\tilde{z} + z_0)^2}. \quad (6.77)$$

At the bottom  $z = -H$ :

$$-u \frac{\partial H}{\partial x} - v \frac{\partial H}{\partial y} = w, \quad v_t' \frac{\partial u}{\partial z} = C_D \sqrt{u^2 + v^2} u, \quad v_t' \frac{\partial v}{\partial z} = C_D \sqrt{u^2 + v^2} v, \quad v_t' \frac{\partial T}{\partial z} = 0, \quad v_t' \frac{\partial S}{\partial z} = 0, \quad (6.78)$$

On solid boundaries:

$$u = 0, \quad v = 0, \quad \frac{\partial}{\partial n} T, S, k, \varepsilon = 0. \quad (6.79)$$

At the open lateral boundaries, if water flows out, the radiation conditions are set for the velocities:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \sqrt{gH} \frac{\partial \eta}{\partial n} = \frac{\eta - \eta_{bound}}{T_*}, \quad \frac{\partial \phi}{\partial t} + u_n \frac{\partial \phi}{\partial n} = \frac{\phi - \phi_{bound}}{T_{**}}, \quad (6.80)$$

where  $\phi = T, S, k, \varepsilon$  and  $T_*, T_{**}$  - relaxation parameters.

The model uses a finite element approach to solve the system of equations and works on unstructured triangular grids. This allows you to accurately set the boundaries of the calculation area and increase or decrease the resolution of the calculation grid in places where more or less accuracy of calculations is required. The model uses a semi-implicit time-based numerical scheme and a mixed Euler-Lagrangian approach in calculating the inertial terms of the equations.

*Methodology for calculating the increase in the concentration of suspended solids downstream from dredging sites*

In order to assess the cross-border impact of increasing the turbidity of the Danube water during dredging operations in the channel part of the DWNF, predictive calculations of the distribution of finely dispersed suspended solids in the channel of the Kiliya and Starostambulskiy arms were performed, since the state border between Ukraine and Romania passes along the channel of these branches.

On the sections of the sleeves located directly below the dredger's place of work, where between the flow of water in the polluted stream  $q$  and the total flow of water in the sleeve  $Q$  the ratio is observed  $q \ll Q$ , the distribution of suspended solids was calculated using the Tallinn Polytechnic Institute (TPI) method [59]. This method is based on the analytical solution of the turbulent diffusion equation

$$\frac{dC}{dx} = \frac{D}{v_{av}} \left( \frac{d^2C}{dy^2} + \frac{d^2C}{dz^2} \right), \quad (6.81)$$

where  $C$  – the concentration of the pollutant,  $h$  is the coordinate along the watercourse,  $y$  is the vertical coordinate,  $z$  is the transverse coordinate, and it is assumed that the concentration distribution across the flow width at a sufficient distance from the outlet is described by a normal distribution curve.

The maximum concentration of the substance  $C_{max}$  in the control structure, it is equal to:

$$C_{max}(t) = C_f + (C_{st} - C_f) \cdot \exp(k_n \cdot x / v) / [H \sqrt{\pi \cdot v \cdot D_z} \cdot l \cdot F(\xi \sqrt{2})]$$

where  $C_{st}$ ,  $C_f$  – respectively, the concentration of the substance in the polluted jet and the background concentration of the substance in the watercourse;  $k$  – coefficient of non-conservativeness of the substance;  $v$ ,  $H$  – respectively, the speed and average depth of the watercourse;  $D_z$  – dispersion coefficient in the transverse direction;  $\xi$  is the value calculated by the formula

$$\xi = \frac{x - V \cdot t}{\sqrt{D_z \cdot t}}$$

where  $V$  – average width of the watercourse;  $F$  is the probability integral

$$F(\xi \sqrt{2}) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi \sqrt{2}} e^{-t^2} dt$$

Dispersion coefficient  $D_z$  is calculated by the formula

$$D_z = \frac{H \cdot v}{3524} \cdot \left( \frac{B}{H} \right)^{1,378}$$

In areas of watercourses further away from the dredging site, where the flow of the polluted part of the stream is comparable to the total flow of the river, the concentration fields were calculated using the Karaushev method. The method consists in the numerical solution of the turbulent diffusion equation. For this purpose, equation (6.81) is written in finite difference form

$$\frac{\Delta_x C}{\Delta x} = \frac{D}{v_{av}} \left( \frac{\Delta_y^2 C}{\Delta y^2} + \frac{\Delta_z C}{\Delta z^2} \right)$$

Coefficient of turbulent diffusion  $D$  is calculated by the formula

$$\text{---},$$

where  $g$  - Acceleration of gravity,  $C_{ch}$  is the Chezy coefficient,  $M$  is the value calculated by the formula

$$M = \begin{cases} 0,7C + 6, & C < 60, \\ 48 = const, & C \geq 60. \end{cases}$$

Step  $\Delta z$  is set arbitrarily, the step along the watercourse under the condition of a flat problem is chosen to be equal

$$\Delta x = 0,5 \cdot \Delta y^2 / D$$

The concentration value at each point of the grid in this case becomes equal

$$C_{k+1,m} = 0,5 \cdot C_{k,m-1} + C_{k,m+1}, \quad (6.82)$$

where  $k, m$  – ordinal numbers of grid cells, respectively, along the axes  $x$  and  $y$ .

To calculate substance concentrations at the limit points, use formula (6.82) instead  $C_{k,m+1}$  and  $C_{k,m-1}$  are substituted accordingly  $C_{k,1}$  and  $C_{k,K}$ , where  $K$  – the number of cells in the transverse direction.

Thus, equation (6.82) allows you to calculate the approximate value of the concentration of a substance at an arbitrary point of a watercourse.

In the calculations, it was assumed that finely dispersed substances within the calculated sections of watercourses behave as conservative substances, not subject to sedimentation, that is, the worst ecological situation was considered.



## **7 DESCRIPTION OF THE INTENDED MEASURES AIMED AT PREVENTION, AVERSION, AVOIDANCE, REDUCTION, ELIMINATION OF SIGNIFICANT NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT, INCLUDING COMPENSATORY MEASURES**

### **7.1 Measures to minimize the environmental impact of works on the reconstruction of the DWNF Danube river - Black sea**

#### **7.1.1 Measures to minimize the impact of works in the offshore part of the DWNF and dumping on the offshore hydraulic dump**

In order to minimize the impact and preserve the normative state of the natural environment, in particular the water environment, it is assumed **a set of measures to ensure the normative state of the environment** in the process of developing and dumping soils for operational dredging of the water area of the sea access channel of the DWNF Danube river - Black sea, which should include protective, compensatory and guarding measures.

*Protective measures* include the following organizational and technical measures, which are expected at the design stage:

- carrying out dredging works in strict accordance with the rules of safety in construction (SNiP-Sh-4-80, Ch. 4), the rules of safety and industrial sanitation in the production of marine dredging works performed by the technical fleet;

- implementation of trawling or diving survey of the dredging areas before dredging works in order to identify explosive objects, obstacles capable of causing damage to technical equipment and, as a result, a threat to the life and health of personnel;

- if explosive objects are discovered on the dredging site, the release of gases harmful to the human body from the soil, the work must be stopped immediately until the sources of danger are eliminated and permission from the relevant authorities is obtained;

- strict implementation of environmental protection measures, to prevent pollution of the water surface with fuel and lubricants;

- in order to reduce soil erosion and expand the area of dispersion of suspensions, dredging works are suspended for the period of adverse weather conditions (AWC).

- application of the technology of compact stacking of dredged soils on separate loading blocks to ensure the development of soil compaction processes and reservation of the surface of the hydraulic dump in order to prevent the spread of dredged soils beyond the limits of the hydraulic dump by gravitational processes and currents of various genesis;

– separate blocks of dredging soil loading should be alternated with a period of 1 year to ensure a cycle of dredging soil compaction with the maximum manifestation of the effect of the process.

– in case of creation of an extraordinary situation - force majeure circumstances that led to an increased level of pollution of the marine environment, the construction and operating organizations organize measures to eliminate the emergency situation that has arisen, and immediately notify the environmental and fisheries protection authorities.

#### *Compensatory measures*

Damage that will be caused to living water resources during the works and is subject to compensation is due to the death of food organisms for fish as a result of:

- complete destruction of bottom biocenoses in the area of dredging and soil storage;
- partial siltation of bottom biocenoses in adjacent water areas;
- death of zooplankton in the zone of increased turbidity, which is formed in the process of soil development and dumping.

Recorded recovery rate of benthos ranges from 6 months to 2-3 years, depending on the substrate.

In the calculations, the recovery time is 2 years.

In addition, in the process of soil development and its storage, not only suspended substances enter the water column, but also dissolved pollutants that were in the pore solution and were adsorbed on the particles of the bottom substrate. At the same time, there is a limited time and space deterioration of water quality, which leads to damage to the aquatic environment. These losses are compensated in the form of an environmental tax for water pollution.

The methodology, initial data and stages of calculating damages to water resources and the aquatic environment are given in Appendix P.

According to the results of calculations, as a result of works on the reconstruction of the DWNF Danube river - Black sea, planned within its maritime part, the damages to water resources in monetary terms will amount to: within the scope of works LC 1 - UAH 3702730, LC 2 - UAH 4860651, LC 3 - UAH 31015283. In natural terms in units of lost mass of fish stocks of underfished fish, these losses will amount to 6,726 t, 35,383 t and 63,489 t, respectively.

Total, for entire period of work, the amount of damage to living water resources will be to UAH 3,587,8664 or 105,598 tons in natural terms.

According to results of calculations, damage to aquatic environment during works in the sea part of the DWNF will amount to UAH 7,648,218 within the scope of the works of LC 2, LC 3 –

UAH 5,5517,294. As part of the works of LC 1, soil development is not foreseen, therefore, damage to the aquatic environment is not predicted.

Total, for entire period of work, the amount of damage to aquatic environment will be to UAH 3,587,8664.

#### *Guarding measures*

In order to reduce the negative impact of dredging operations on the state of the biological resources of the Black sea, as well as taking into account the biology of the main industrial objects, the routes and timing of their migrations to the spawning grounds, in order to minimize the negative impact of economic activity on the state of the biological resources of the Black sea basin, do not carry out hydrotechnical works during the period of mass spawning of the main industrial fish.

Stop work with an increased level of acoustic impact during periods of silence established by local authorities.

In the event of an urgent need to carry out hydrotechnical works during prohibited periods of work (spawning and silence periods), in accordance with scientific and biological justifications, carry out dredging works during the spawning period and periods of the year prohibited for fishing for fish and other biological resources.

Control of the implementation of the dumping technology should be carried out through additional studies of the topography dynamics of the bottom of the hydraulic dump and stored dredging soils.

Clarification, control and automation of calculations should be carried out with the introduction of GIS methods and special software.

Residual effects on the state of ecosystems are determined during comprehensive monitoring of hydrotechnical works.

### **7.1.2 Measures to minimize the impact of dredging works and storage in coastal dumps in the river part of the DWNF Danube river - Black sea**

#### *Protective measures*

In order to reduce the negative impact of dredging on biological resources and to preserve the normative state of the environment, the following is envisaged:

- use of only technically sound mechanisms involved in dredging;
- management of the soil development regime in order to minimize soil losses from the scoop chain into the water environment;
- not exceeding the planned value of the volume of developed and stored soil;

- prevention of pollution of water areas of the HMM and household waste;
- during the period of adverse weather conditions (AWC), the development and storage of the soil is stopped;
- in case of creation of an extraordinary situation - force majeure circumstances that led to an increased level of pollution of the marine environment, the construction and operating organization organizes measures to eliminate the emergency situation that has arisen, and immediately informs the nature protection authorities and fish protection authorities about it.

***A set of environmental protection measures when choosing a location and constructing a coastal dump includes:***

- location on lands inconvenient for agricultural use with impoverished flora and fauna;
- provision of further effective reclamation of the created artificial territory or its economic development;
- separate storage, preservation and use of the removed fertile soil layer for further reclamation;
- installation of embankment embankments to prevent changes in the biological regime and other natural conditions of adjacent land and water areas;
- the clarified water discharged from the wash maps must meet the requirements of the Rules for the Protection of Surface Waters from Pollution by Sewage;
- comprehensive ecological monitoring of the locations of coastal dumps should begin at the stage of choosing storage sites, continue during the construction of each dump, stabilization of soils in the dump and in the first 5 years after the start of using the territory of the dump in economic activities or carrying out reclamation, and be carried out according to the following types of research and indicators:
  - biological studies of the territories of hydraulic dumps and adjacent natural territories: the species and population composition of flora and fauna, indicators of biodiversity, the presence of animal and plant species listed in the Red Book of Ukraine, plant communities listed in the Green Book of Ukraine, as well as plants and animals subject to protection under international agreements ratified by Ukraine;
  - chemical studies of the composition of dredging soils placed in hydraulic dumps according to priority indicators;
  - chemical studies of water that accumulates on the territory of water dumps, drainage and rainwater, which is diverted from the territories of water dumps according to the indicators that are analysed according to the program of chemical monitoring of water Danube in the framework of comprehensive environmental monitoring.



### *Guarding measures*

In order to reduce the negative impact of hydrotechnical works on the state of the biological resources of the Black sea, as well as taking into account the biology of the main industrial objects, the routes and timing of their migrations to the spawning grounds, in order to minimize the negative impact of economic activity on the state of the biological resources of the Black sea basin, do not conduct hydrotechnical works during the period of mass spawning of the main commercial fish.

Stop work with an increased level of acoustic impact during periods of silence established by local authorities

In the event of an urgent need to carry out hydrotechnical works during prohibited periods of work (spawning and quiet periods), in accordance with scientific and biological justifications, carry out dredging works during the spawning period and periods of the year prohibited for fishing for fish and other biological resources.

### *Compensatory measures*

According to the results of the damage calculations given in Appendix P, as a result of the works on the reconstruction of the DWNF Danube river - Black sea, planned within its river part, the damages to water resources in monetary terms will amount to: within the scope of the works LC 1 - UAH 2,744, LC 2 - UAH 778,358, LC 3 – UAH 1,096,277. In natural terms in units of the lost mass of fish stocks of underfished fish, these losses will amount to 0.005 t, 4.378 t and 20.937 t, respectively.

Together, for the entire period of work, **the amount of damage to living water resources will amount to UAH 1,174,1378 or 25.32 tons in natural terms.**

According to the results of the calculations, damage to the aquatic environment during the works in the river part of the DWNF will amount to UAH 2,575,968 within the scope of works of LC 2, LC 3 – UAH 2,5920,986. As part of the works of LC 1, soil development is not foreseen, therefore, damage to the aquatic environment is not predicted.

Together, for the entire period of work, **the amount of damage to the aquatic environment will amount to UAH 2,849,6954.**

## **7.2 Measures to minimize the impact of the planned activity on the ecosystems of the DBR and other territories of the NRF and the Emerald Network**

1. On Yermakiv Island, it is necessary to restore the functioning conditions of the natural floodplain forest, its flora and fauna, and arrest the development of adventive species. To do this, it

is necessary to cut down the maple *Acer negundo* L. and plant such local species as sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), white mulberry (*Morus alba*), black mulberry (*Morus nigra* L.), blood-red hawthorn (*Crataegus sanguine* Pall), plum (*Prunus cerasifera* or *Prunus divaricata*), sedge (*Prunus armeniaca*), common plum (*Prunus domestica*), common mountain ash (*Sorbus aucuparia*), common viburnum (*Viburnum opulus*), elongated quince (*Cydonia oblōnga*), cherry or bird cherry (*Prunus avium*).

2. In order to ensure the conditions for the stable development of the reproductive potential of the newly formed ecosystems of Yermakiv island, preservation of biodiversity, tourist attractiveness of the island and its economic value (primarily as pastures), as well as to prevent the recovery of salinization, it is necessary to maintain the diked areas of the island in a deepened state, and if possible - to create new ones. It is especially important to maintain the fluidity of the holes made, through which water enters and which quickly become silted up.

3. Create a regional monitoring center for new species and implement measures to limit the spread of dangerous species, including regular monitoring of the emergence and spread of dangerous species of flora and fauna.

4. In order to prevent adventitious plant species from entering natural complexes, reconstruct previously destroyed areas in the area of the port of Ust-Dunaisk with the reproduction of natural conditions for the restoration of natural flora and carry out work on the operation of DWNF in compliance with environmental protection standards.

5. Carry out the necessary reclamation works to clear the exit of the Vostochnyi arm into the sea and the channel connecting the Vostochnyi arm with the Anankin corner - a water body valuable in terms of environmental protection, including as a habitat for rare fish species, and also perform similar works in the Rybachyi zholobok arm, which connects the Anankiv corner with the Starostambulsky arm.

### **7.3 Proposals for reducing the cumulative impact of planned activities on water quality and ichthyofauna, including in a transboundary context**

Measures aimed at preventing the impact of planned activities on environmental factors, including water quality and the state of ichthyofauna, are considered in subsections 7.1 and 7.2. But in order to prevent the development of cumulative impacts from the joint action of the planned activity and other economic activity in the Danube basin, it is necessary to pay no less attention to measures to control and prevent the negative effects of other economic activity. Recommendations for the implementation of such measures are included in Annexes R and S.).

## 7.4 Proposals for improving the monitoring system in the Danube Delta

Based on the analysis of monitoring works in the Danube Delta from the beginning of the construction of the DWNF Danube river - Black Sea until 2020. The Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine proposed recommendations for improving the monitoring system in the Danube Delta ("Recommendations for improving the monitoring system and minimizing negative impacts on freshwater ecosystems in the area of influence of DWNF activities", 2021 [27]).

1. To carry out research twice a year in June (after the flood) and in October (the flood), which allows to avoid the detection of negative consequences for biotic groups associated with a complex hydrological situation, and does not cover the periods of the beginning and end of the vegetation of macrophytes, as well as the period fish spawning

2. Considering the peculiarities of the Danube biota and the development of Ukrainian and foreign specialists [Hrytsenko et al., 2012; Goncharova et al., 2019; Pashkova, 2012, Padovesi-Fonseca C., 2020], it is proposed to additionally introduce biotesting of the toxicity of water and bottom sediments when assessing the ecological state and searching for reference areas, to supplement the list of biological quality elements with zooplankton, to add to the list of descriptors in the structural characteristics of the Ponto-Caspian fauna.

3. Expand the number of monitoring sites upstream along the DWNF route, pay special attention to the penetration and spread of resident species through anthropogenically disturbed ecosystems (dredging sites).

4. Expand the number of monitoring sites along the front edge of the delta to establish reference values of descriptors in the conditions of the zone of environmental stress - a sharp change in the action of natural environmental factors.

5. The absence of direct negative consequences of the impact of the construction and operation of the DWNF on freshwater ecosystems, established by previous studies, does not guarantee the absence of such impacts in the future, when the second phase of the project is implemented and shipping intensifies. The assessment of such impacts should be carried out after a detailed study of them *in naturae*, which in the future will allow to develop measures for their minimization. This requires annual research monitoring of the state of freshwater ecosystems.

The generalized structure of monitoring of freshwater ecosystems, which includes descriptors of six biological elements of quality (phytoplankton, phytomicrobenthos, aquatic macrophytes, zooplankton, benthic invertebrates and ichthyofauna (juvenile fish), as well as accompanying measurements and research, is given in table. 7.4.

**Table 7.4 – Proposals for the procedure for monitoring the ecological status of water bodies located in the zone of influence of the DWNF Danube–Black Sea [27].**

<b>Period</b>	<b>Biotic component</b>		<b>Abiotic component (additional)</b>
	<b>Biological elements of quality</b>	<b>Descriptors of biological elements of quality</b>	
October, June	phytoplankton and microphytobenthos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• number,</li> <li>• biomass</li> <li>• types of wealth</li> <li>• taxonomic richness,</li> <li>• saprobiological index</li> <li>• invasive species</li> <li>• functional index of groups</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• water temperature,</li> <li>• depth,</li> <li>• transparency,</li> <li>• pH,</li> <li>• salinity,</li> <li>• electrical conductivity</li> <li>• % NaCl</li> <li>• toxicity of bottom sediments by biotesting method,</li> <li>• water toxicity by biotesting method</li> </ul>
	macrophytes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• the number of species</li> <li>• number of families</li> <li>• the number of belts</li> <li>• projective coating of the water mirror,</li> <li>• frequency of occurrence and share of projective coverage of invasive species,</li> <li>• trophicity indices (IBMR)</li> </ul>	
	zooplankton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• total number of species;</li> <li>• share of species of the Ponto-Caspian complex;</li> <li>• share of invasive species;</li> <li>• saprobity index according to Pantle-Buck</li> </ul>	
	benthic invertebrates	<ul style="list-style-type: none"> <li>• number of species,</li> <li>• number,</li> <li>• biomass,</li> <li>• dominant species,</li> <li>• species subject to special protection and species under threat of extinction,</li> <li>• share of species of the Ponto-Caspian complex</li> <li>• invasive species,</li> <li>• employment indices (Z&amp;M, TBI),</li> <li>• water quality indices (BBI, BMWP)</li> </ul>	
	ichthyofauna (juvenile fish)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• species composition,</li> <li>• number,</li> <li>• number of species subject to special protection,</li> <li>• number of invasive species,</li> <li>• number of young people "on</li> </ul>	

Period	Biotic component		Abiotic component (additional)
	Biological elements of quality	Descriptors of biological elements of quality	
		the slopes"; • EFI index	

### **7.5 Plan of measures to minimize possible negative impacts during the implementation of the project of reconstruction of the DWNF Danube River - Black Sea and compensatory measures**

According to the results of monitoring studies of the Ukrainian part of delta of the river Danube UKRNDIEP has developed a Plan for compensatory measures or measures to minimize possible negative impacts during the implementation of the new project DWNF Danube river - Black Sea.

**1. Conducting deepening of the channels of the DWNF arms, in particular, the rollovers at the Kiliyskyi mouth along the DWNF route** in the coming years - with the aim of partially restoring the water regime of the delta, disturbed as a result of previous anthropogenic influences: the straightening of the channel channels and the construction of a stream-directing dam at the branching of the Kiliyskyi and Tulchynskyi channels, carried out by Romania.

**2. Provision of monetary compensation for irreparable damages** with the allocation of funds in accordance with the current legislation of Ukraine to the equivalent improvement of the state of the natural environment (for example: compensation for losses to fish resources through the construction of a fish breeding facility) in the coming years - with the aim of reproducing the state of environmental biodiversity:

- development, approval and implementation of the procedure for payment and use of monetary compensation for irreparable damages that occur during dredging on shipping lanes and water areas of Ukraine;

- development, approval and implementation of the Program for the construction of fish breeding facilities.

**3. Implementation of measures to increase the ornithological capacity of affected areas. Construction of artificial floating islands** (for example, in the corners of Anankin and Potapivskyi) in accordance with the relevant work plans - in order to prevent local impacts of DWNF along the Bystre mouth on the nesting settlements of ground-nesting bird species. Such structures will attract terns and some types of waders for nesting. Taking into account the appearance of the common jackal in the coastal part of the DBR, whose diet includes birds and their

eggs, and the fact that the jackal can swim well, it is necessary to install low fences on the floating islands around the perimeter.

**4. Implementation of a program of comprehensive monitoring of the state of the environment** when carrying out ecological monitoring of the water environment - using modern methodology based on the approaches of the EU Water Framework Directive - with the aim of timely detection of tendencies to the manifestation of possible negative consequences of the operation of the DWNF on a permanent basis.

**5. In order to reduce the negative impact on fish reproduction conditions** (on an ongoing basis) it is advisable to:

– during the ban on fishing for flounder-turtle (May) and Azov-Black Sea mullet (end of August - beginning of September), dredging should be carried out on the sea part of the approach channel adjacent to the Bystre mouth (the most desalinated area);

– operation of the dump should be carried out in accordance with design solutions aimed at evenly filling the underwater dump according to the recommended loading areas, taking into account the map filling schedule;

– to limit the amount of dredging operations during the spawning periods and periods of spawning of young fish, which are agreed in the justification, for each specific species affected, to the minimum production quantities necessary to ensure the safety of navigation and, if possible, to ensure a complete break in the works on the days of the most intensive spawning course of herring.

**6. Preservation and modernization of the existing system of hydrological and hydrochemical monitoring** in the Ukrainian part of the Danube Delta. The dynamic system of the delta requires an increase in the frequency of measurements and the opening of additional stationary observation points and, first of all, a marine hydrometeorological station in the Bystre mouth - on a permanent basis, in order to timely identify trends to the manifestation of possible negative consequences of the operation of the DWNF.

**7. Create a regional monitoring centre for new species on the territory of the DBR** and implement measures to limit the spread of dangerous species in connection with the increase in the number of alien species new to Ukraine in recent years on the territory of the reserve, which is largely explained, in particular, by the increase in traffic flows - in the coming years, in order to prevent and prevent biological invasion

**8. Control over the storage of soil on a marine underwater dump** - in order to prevent the violation of design decisions, which may lead to an additional load on natural marine systems, it is necessary to carry out regular (once every six months) depth measurements on the dump with the following parameters: the distance between measured profiles is 100 m; the distance between the points on the measured track is 10 m. On the basis of the completed measurements, develop an

operational scheme for laying the soil for the next six months. As a large part of the islands and coastal areas have recently been leased and de-soldered, dumping soil there may be problematic, so much of the soil will have to be dumped in the Kiliya mouth. In this regard, in order to stop mutual accusations about the dumping of soil in the Kiliya mouth between Romania and Ukraine, it is necessary to develop joint or agreed places for its discharge.

9. Measures regarding **creation of a highly effective system of prevention and protection of the population, infrastructure and nature of the Danube region from the negative impact of man-made and natural phenomena:** in the coming years, with the aim of preserving and modernizing the existing system of hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian section of the Danube Delta, in particular, increasing the frequency of measurements and opening additional stationary observation points, information support for navigation on the DWNF Danube river - Black Sea, tracking anthropogenic influence on natural evolutionary processes, construction of predictive assessments of the effectiveness of measures:

- modernization of the hydrometeorological monitoring system of the Danube delta and coast, first of all - the opening of a marine hydrological station at the mouth of the Bystre arm;
- modernization of the hydrochemical monitoring system;
- creation of a constantly working mathematical model for the forecast of expected changes in the morphology, hydrological and hydrochemical regime of the Danube delta and coast, taking into account possible scenarios of climate changes, the flow of water and sediments of the Danube, the level of the Black Sea and various options for water management and hydrotechnical measures.

10. **Acceleration of completion of joint Ukrainian-Romanian-Moldovan monitoring of the entire Danube Delta** and organizing the work of the joint Ukrainian-Romanian-Moldovan working group on cooperation on cross-border impacts of economic activity on the ecological state of the Danube Delta, in particular, in connection with the large-scale redistribution of the river flow in favour of the Romanian Tulchyn mouth - the most significant negative factor for the Ukrainian part now Danube Delta. Within the framework of the joint Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring, accelerate the development of the regulation and joint methodology for the cross-border assessment of probable environmental impacts - in the coming years, with the aim of harmonizing the assessment of the cross-border impact of anthropogenic activities in the Danube Delta; synchronization of observations.

11. **Assessment of the impact of recreational activities** in the Danube Delta (Ukrainian and Romanian parts) on the state of ecosystems of Danube and the coastal part of the Black Sea - in the coming years, in order to prevent local impacts.

12. **Organization and implementation of additional multi-year in-depth studies of the penetration of the salt wedge into the river Bystre** under a special program with the involvement

of hydrologists, oceanologists, chemists and biologists - in the coming years, with the aim of objectively assessing the impact of the exploitation of DWNF.

**13. Periodic clearing of silt from holes in the dams on Yermakiv island, as well as yeriks in the Ukrainian part of the delta** - on a permanent basis, in order to ensure the washing of Yermakiv and the restoration of its ecosystem, creating optimal conditions for improving the hydroecosystems of the delta.

**14. Support of works to comprehensive scientific and engineering monitoring** - to control the environmental safety of soil storage on a dump. In order to determine the numerical characteristics and objectively assess the impact of the dump on the morphology of the adjacent water areas, it is recommended to observe the spread and movement of the soil deposited on the dump by means of detailed measurements of the depths in the water areas adjacent to the dump and to assess the scale of soil transfer from the marine dump using the method "marked" (coloured) soils, the method of observing changes in the physical and mechanical properties of the bottom sediments of the sea dump and adjacent water areas with the determination of correlational dependencies between them. Calculation of the residual soil capacity of the hydraulic dump is expedient to perform according to the methodology modified by the automation of calculations, the implementation of GIS methods, programs and packages Sagaxis, QUANTUMGIS, Autocad Civil3d, outlined in regulatory documents: RD 31.74.07-79, RD 31.74.04-2002, RD 31.74.08-94.



## **8. DESCRIPTION OF THE EXPECTED SIGNIFICANT NEGATIVE IMPACT OF THE ACTIVITY ON THE ENVIRONMENT, DUE TO THE VULNERABILITY OF THE PROJECT TO THE RISKS OF EMERGENCY SITUATIONS, MEASURES TO PREVENT OR MITIGATE THE IMPACT OF EMERGENCY SITUATIONS ON THE ENVIRONMENT AND MEASURES TO RESPOND TO EMERGENCY SITUATIONS**

The vulnerability of the decisions taken in the context of emergency situations is considered according to general characteristics, criteria and risks of occurrence.

### **Definition and general characteristics of emergency situations**

General signs of an emergency are as follows:

- presence or threat of death of people or significant deterioration of their living conditions;
- causing economic losses;
- significant deterioration of the environment.

Accidents, disasters, natural disasters and other events such as epidemics, acts of terrorism, armed conflicts, etc., usually lead to emergency situations.

An emergency situation (ES) is a situation on a separate territory or economic entity on it or a water body, which is characterized by a violation of the normal conditions of life of the population, caused by a catastrophe, accident, fire, natural disaster, epidemic, epizootic, epiphytotic, use of means damage or other dangerous event that led (may lead) to a threat to the life or health of the population, a large number of dead and injured, causing significant material damage, as well as to the impossibility of the population living in such a territory or object, proceedings on it business activity. Depending on the nature of the origin of the events that may lead to the emergence of emergency situations on the territory of Ukraine, the following types of emergency situations are defined: technogenic nature; natural character; social; military

Man-made emergencies are industrial and transport accidents (catastrophes) with explosions, fires, accidents with release of dangerous chemical, radioactive, biological substances, sudden destruction of structures and buildings, accidents on engineering networks, hydrodynamic accidents on dams, dams, etc.

A natural disaster is a violation of the normal conditions of life and activity of people in a separate territory or object on it or on a water body, associated with a dangerous geophysical, geological or hydrological phenomenon (earthquakes, floods, hurricanes, snowdrifts, etc.) .), degradation of soils or subsoil, fire in natural ecological systems, change in the state of the air pool, infectious disease and poisoning of people, infectious disease of domestic animals, mass death of wild animals, damage to agricultural plants by diseases and pests, etc.

A violation of normal living conditions means the absence of drinking water supply,

drainage, electricity, gas and heat supply (in the autumn-winter period) and/or such a change in the technical condition of a residential building (premises) as a result of which it became emergency or unusable, and/or a change in the territory (object), as a result of which the population's residence and the conduct of economic activity on the territory (object) are impossible.

Social emergencies related to illegal actions of a terrorist and anti-constitutional nature: terrorist acts (armed attack, seizure of important objects, attack on the crew of an air or sea vessel), hijacking or destruction of ships, hostage taking, installation of explosive devices in public places, etc.

Military emergencies are related to the consequences of the use of weapons of mass destruction or conventional means of destruction, during which secondary factors of damage to the population arise as a result of the destruction of nuclear and hydroelectric plants, warehouses and storages of radioactive and toxic substances, oil products, explosives, etc.

Depending on the amount of consequences caused by the emergency situation, the amount of technical and material resources necessary for their elimination, the following levels of emergency situations are determined: state; regional; local; object

According to the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 24, 2004 No. 368 "On the procedure for classifying man-made and natural emergencies according to their levels" emergency situations are classified according to levels. According to the territorial distribution, the amount of economic damage caused or expected, the number of people who died, four levels of the emergency situation are determined according to the classification criteria (table 8.1).

According to the criteria for determining the level of an emergency situation, the planned activity belongs to the object activity.

Forecasting the consequences of emergency situations (ES) is based on the close connection of two processes - the impact of impressive factors on the object and the resistance of the objects themselves (risk elements) to these actions. These processes have a pronounced random character. For example, due to the fact that it is impossible to reliably determine in advance what the intensity of vibrations of the surface layers of the Earth during an earthquake will be observed in the area of the location of the object, or what pressure on the front of the air shock wave will act on the structure, these impressive factors with varying probability can take on different meanings.

**Table 8.1 - Criteria for determining the level of an emergency situation**

<b>Level of ES</b>	<b>Died, persons</b>	<b>Affected, persons</b>	<b>Living conditions of population violated for more than 3 days, persons</b>
<i>State</i>	10	300	50 thousand
3 taking into	5	100	10 thousand

account damages			
Territorial spreading	The emergency has spread or may spread to the territory of other states. The disaster has spread to the territory of two regions, and its elimination requires resources in volumes that exceed the capabilities of these regions, but not less than 1% of the expenditures of their budgets		
<i>Regional</i>	5	100	10 thousand
3 taking into account damages	3 – 5	50 – 100	1 - 10 thousand
Territorial spreading	The disaster has spread to the territory of two regions, and its elimination requires resources in volumes that exceed the capabilities of these regions, but not less than 1% of the expenditures of their budgets		
<i>Local</i>	2	50	1 thousand
3 taking into account damages	1 – 2	20 – 50	100 - 1 thousand
Territorial spreading	The emergency has spread to the territory, threatens the environment, settlements, structures, and its elimination requires resources in volumes that exceed the capabilities of this object		
<i>Object</i>	The criteria of an emergency situation do not reach the indicated indicators		

In addition, even under the influence of the same voltage on the structure, there will be a certain probability of their destruction or damage of varying degrees of severity. The probability of destruction of risk elements is also affected by the spread of strength of materials, deviation of building elements from the planned dimensions, differences in the conditions of manufacturing elements and other factors.

The defeat of people will depend on both the listed factors and other random events.

In particular, from the probability of placing people in the risk zone, the density of personnel distribution within the object and the probability of damage by debris when the buildings receive one or another degree of damage.

Risk is a probabilistic measure of danger, established in the form of a possible loss for a given time.

Impressive factors when calculating the consequences of natural disasters are the effects that cause the main destruction and damage.

Laws of building destruction and human casualties (vulnerability functions) - the dependence of the probability of building damage or human injury on the intensity of the striking factor, characterizing the resistance of risk elements to the impact of striking factors (the main terms in predicting the consequences of natural disasters).

Impressive factors of ES and their main determining parameters are given in table: 8.2

**Table 8.2 - Characteristics of ES types**

Types of ES	Damage factor	Parameter
Earthquakes	Ruins of buildings and structures	Earthquake intensity
Explosions	Air blast	Excessive pressure in the air shock wave front
Fires	Thermal radiation	Heat flux density
Tsunami	Tsunami wave	Hydraulic flow pressure
Destruction of dams	Breakthrough wave	
Radiation accidents	Radioactive contamination	Radiation doses
Chemical accidents	Toxic loads	Toxodosis

### **Measures to prevent and eliminate potential harmful environmental consequences of emergency situations**

Possible reasons for the occurrence and development of emergency situations are conditionally divided into three interrelated groups:

- equipment failures;
- erroneous actions of workers and ETW;
- external influences of a natural and man-made nature, including external intervention.

When carrying out work, all equipment must be in good condition, certified in Ukraine.

The risks of occurrence and development of emergency and emergency situations are reduced to a minimum by involving qualified specialized workers in the work, as well as by observing the rules of safety and cleanliness.

Precautionary measures in case of emergencies of natural origin (earthquake, flood, natural disasters, adverse weather conditions) should be engineering and technical measures at all levels of the civil protection system, which will ensure:

- averting or reducing to an acceptable level the negative impact on the territories, buildings and structures that are protected, active and possibly dangerous processes related to them;
- predominant use of active protection methods;
- carrying out work in ways that do not lead to the emergence of new and intensification of existing processes;
- combination of preventive measures with measures to protect the natural environment;
- if necessary, monitoring and systematic control of the state of protected territories and the operation of engineering protective structures.

As shown by the results of the environmental impact assessment, a significant negative impact as a result of the planned activity is not expected in compliance with technical and technological standards and legal documents.

A complex of technological, technical, and organizational solutions ensures reliable trouble-free operation of technological facilities. The planned solutions ensure a high degree of reliability of the functioning of technological facilities and equipment.

In order to avoid a significant negative impact of the planned activity on the environment and the occurrence of emergency situations and accidents during the implementation of the planned activity, the following is provided for:

- providing employees with means of collective and individual protection;
- posting of information on safety measures and appropriate behaviour in the event of an accident;
- organization and implementation of evacuation measures for employees and property during emergency situations.

In this section, the issue of the emergence of emergency situations is considered in relation to the process of reconstruction of the DWNF Danube river - Black Sea. An example of a hypothetical accident during the period of operation of the DWNF is given in subsection 5.4.

Based on the definition of an accident, the following emergency situations are possible during dredging operations at the object in question:

- failure of mechanisms, a negative manifestation of the "human factor" when there is a salvo discharge/emission of a polluting substance (for example, an oil spill);
- a fire, for example, on a dredger or on another vessel of a dredger due to its improper operation or maintenance, as a result of which combustion products will enter the atmospheric air for a short time, and an emergency situation may develop according to the "domino" effect.

Measures to prevent such emergency situations and accidents and the procedure for responding to them are the same as at other facilities of the Delta-Pilot Branch of SE "AMPU" and during the operation of vessels of the technical fleet, which are carried out according to special permanent emergency plans of dredging contractors.

When spilling an oil product, the main actions should be:

- prevention of oil product leakage;
- exclusion (prevention) of discharge of oil product from the deck (from the shore) into the water area;
- if the oil product has entered or may enter the water area, installation of barrier barriers;
- collection of spilled petroleum products using oil collection agents, sorbents, using the drug "Ekonadin";
- notification of the event of the State Environmental Inspection for Environmental Protection of the North-Western Black Sea Region.

In case of fire, the main actions should be:

- notification of the State Fire Protection event;
- if possible, removal of combustible and explosive substances from the fire hazard zone;
- use of primary fire extinguishing means;
- measures to prevent the spread of fire.

It should be emphasized that the dredging works will be carried out in the conditions of the current ship traffic. All technological rearrangements of dredgers, as well as repositioning of technological anchors in each specific case, must be coordinated with the port authorities and carried out under the direction of the dredger's dredger captain.

During dredging and surveying works, it is necessary to carry out regular monitoring of changes in the water level of the control water measuring rail. The frequency of removing the level is at least 2 times a day.

Routes of movement of dump trucks to the place of soil dumping must be determined and approved.

During the production period, the dredger captain and his assistants are obliged to be guided by the weather forecasts for the given area, taking measures provided for in RD "31.74.07-83 "Instruction on ensuring the navigational safety of the dredging fleet" in advance.

Dredging works in winter conditions are carried out in accordance with the work production plan, which provides for additional measures to create conditions that ensure the possibility of efficient and safe work of the dredging and service fleet.

Monitoring of the weather forecast should be carried out systematically in order to take timely measures to exclude unwanted emergency consequences. When receiving a storm warning, watercraft must be securely untied at the work site.

Elements of the floating environment in the water area in the work zone (milestones, buoys, etc.) that mark openings, dangerous zones for floating equipment, etc., damaged as a result of the storm impact must be restored in an operational manner before the start of work in each specific case.

In the production of dredging works, the subcontractor must have the appropriate permit from the Territorial Office of the State Committee of Ukraine for Supervision of Labour Protection.

During dredging, a rescue service must be organized, including:

- lifebuoys, buoys, halyards, as well as a lifeboat, equipped with the necessary number of lifesaving equipment and first aid items, must be placed on specially designated prominent places of the ships of the earth-caravan;

- all workers must be able to swim, have life jackets and assembly belts.

If explosive objects are found on the site, dredging operations should be stopped immediately

and not resumed until permission is obtained from the relevant authorities.

If gases harmful to the human body are released from the soil at the work sites, the work must be stopped. The mode of further work and other measures for the protection of the dredger team and soil hauling barges must be agreed with the sanitary supervision authorities.

It is mandatory to observe the rules of fire protection on the vessels of the technical fleet.

When the dredger is working, the approach of watercraft in the area of the soil sampling device is strictly prohibited.

Special attention should be paid to safety during the transportation of people ashore and from ashore to working ships.

In the case of receiving in the prescribed manner a notification about the occurrence of adverse meteorological conditions, the intensity of work of earthmoving vessels is reduced, and if necessary, it is stopped.

#### **Measures to prevent or mitigate the impact on the environment and response measures in the event of emergency air pollution**

In accordance with the requirements of the Law of Ukraine "On Protection of Atmospheric Air", the enterprise has developed special measures for the protection of atmospheric air in case of man-made and natural emergency situations, and measures will be taken to eliminate the causes and consequences of atmospheric air pollution.

In the event of an emergency situation (detection of one or more substances in the atmospheric air, the amount of which exceeds their maximum one-time MPC, caused by an accident, catastrophe, natural disaster, which created a threat to the health of the population, led or may lead to material losses) will be immediately transmitted information about this to executive authorities or local self-government bodies, together with proposals for taking the necessary measures to eliminate the consequences of an accident, disaster, natural disaster, in accordance with the requirements of the PCMU dated August 14, 2019. No. 827 "Some issues of implementation of state monitoring in the field of atmospheric air protection".

#### **Measures to prevent or mitigate the impact on the environment and response measures in the event of emergency land pollution**

In accordance with the requirements of the Law of Ukraine "On Land Protection", the enterprise will timely inform the relevant bodies of executive power and local self-government bodies about the condition, degradation and pollution of land plots.

In the case of possible land contamination with hazardous waste, including emergency waste, emissions from stationary and mobile sources, by decision of the local state administration or local self-government body, permanent or periodic surveys of the chemical composition of the soil will be carried out in order to identify and determine their negative impact on human health , as well as

individual types of natural resources and the environment as a whole.

If the enterprise has objective information about the occurrence or threat of an emergency situation of a man-made or natural nature, the enterprise undertakes to provide it to the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine and the State Emergency Service of Ukraine and its territorial bodies and regional state administration in accordance with the requirements of paragraph 19 of the Cabinet Resolution of the Ministers of Ukraine "On approval of the Regulation on the state environmental monitoring system" dated March 30, 1998 No. 391.

#### **Response measures in the event of an emergency environmental situation**

An emergency ecological situation is an emergency situation in which negative changes in the surrounding natural environment have occurred in a separate area, requiring the use of emergency measures by the state.

In the case of declaring an emergency environmental situation at the enterprise in the territory of the planned activity zone in accordance with Art. 66 of the Law of Ukraine "On Environmental Protection" provides:

- strictly observe the established legal regime of the zone of emergency environmental situation;
- mobilize resources and change the operating mode of the enterprise in order to carry out emergency rescue and recovery works;
- take measures to normalize the environmental condition in the territory of the planned activity.

#### **Response measures to emergency situations caused by seismic factors**

Assessing the possibility of an emergency situation in the territory of the planned activity due to the action of a seismic factor is possible by comparing the severity of an earthquake in this area and the degree of equipment destruction at a given intensity on the MSK-64 scale, which is similar to the Richter scale, but is accompanied by a description of the possible consequences for each score. In the territory of the planned activity, the point of seismic intensity is noted at the level of 7-8 on the MSC-64 scale, depending on the area of work.

An earthquake is characterized by the need to search for victims, ensure the access of rescuers and save people, provide first emergency medical aid, etc.

The difficulty of conducting rescue operations is due to the large number of injured people who found themselves in the rubble, the need to perform complex engineering works and the threat of further destruction.

Special requirements apply to the safe conduct of rescue operations in areas of destruction.

In the event of an earthquake, the business entity undertakes:

- create all the conditions, organize constant control over the rescuers' implementation of



appropriate measures for their safety, ensure timely assistance to injured rescuers;

- establish the presence of victims, their number and, if possible, their condition; nature and boundaries of the destruction zone; the possibility of further destruction of structures; placement of dangerous objects in the emergency zone;

- to establish the presence of dangerous factors (fire, flooding, gas leakage, water ingress into the debris, the presence of broken power lines under voltage, etc.) and the degree of their threat;

- establish the availability and condition of the ways of transporting victims from the danger zone;

- to carry out search and rescue operations together with units of the operational and rescue service of civil protection, namely: visual inspection of the affected area, interviews of eyewitnesses and rescued victims;

- to listen to the debris; examination of damaged (ruined) buildings and structures.

Taking into account the probability of emergency situations, one of the effective methods of minimizing damage from potential accidents is to prepare for them by developing scenarios of possible development in the event of an accident and scenarios for responding to them. The main measures to prevent possible emergency situations are strict implementation of technological and production discipline, implementation of project decisions and operational control.

The management of the business entity must be fully aware of its responsibility for this problem, and ensure the safety of activities, interacting with supervisory bodies and inspections responsible for environmental safety and health of the local population and working personnel, comply with all regulatory requirements for engineering and environmental work safety at all stages of the activity.

Emergency response measures are provided for by the plan for localization and elimination of emergency situations and accidents, which contains information on immediate notification of personnel, company management and relevant services in the event of an emergency and emergency situation, as well as operational actions of personnel and special units to rescue people, eliminate emergency situations and preventing or mitigating environmental impacts.

### **Measures to ensure the safety of processes**

On the work sites, the labour protection of workers must be ensured by the following provisions:

The development and approval of works execution projects (WEP), which include decisions on ensuring labour safety and sanitary and hygienic services for workers. It is not allowed to carry out works without WEP containing the specified decisions;

The general contractor supervises and controls compliance with the requirements of labour

protection norms and rules.

Elements of the floating environment in the work area (milestones, buoys, etc.), which mark the creation of openings, dangerous zones for floating equipment, etc., damaged as a result of storm action, must be restored in an operational order before the start of work in each specific case.

Operational control of weather forecasts should be carried out systematically for timely use of measures to exclude undesirable emergency consequences. In the event of a storm warning, naval vessels must be re-based in the port-shelter of Chornomorsk.

Taking into account the regulatory nature of dredging areas, the order and places of mooring of watercraft should be developed in the work execution project with mandatory coordination with the interested services.

During the production of dredging works, the subcontractor must have the appropriate permit from the Derzhhirpromnagliad administration in accordance with the "Procedure for Issuing Permits to Perform High-Danger Works and to Operate (Use) Machines, Mechanisms, and High-Danger Equipment", approved by Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 26, 2011 No. 1107.

All vessels are prohibited from approaching within 50 m of a vessel performing diving operations. When passing a vessel performing diving operations, all vessels must slow down to 5 knots.

During dredging operations, a rescue service must be organized, including:

- lifebuoys, buoys, halyards, as well as a lifeboat, equipped with the required number of lifesaving equipment and first aid items, must be placed on specially designated visible places of the dredger vessels;

- all workers must be able to swim and have life jackets and harnesses.

If explosive objects are found on the site, dredging operations should be stopped immediately until permission is obtained from the relevant authorities.

If gases harmful to the human body are released from the soil at the work sites, the work must be stopped. The mode of further work and other measures for the protection of the dredger team must be agreed with the bodies of sanitary supervision.

It is mandatory to observe the rules of fire protection on the vessels of the technical fleet.

When the dredger is working, the approach of watercraft in the area of the soil sampling device is strictly prohibited.

Special attention should be paid to safety when transporting people ashore and from ashore to working vessels.

The use of toxic, fire-explosive materials, products, and semi-finished products during dredging is not expected.

When developing hydrotechnical structures, technical solutions are provided that will ensure the optimization of the ecological interaction between them and the natural complex and prevent unacceptable consequences of this interaction.

Design solutions that take into account the regulatory requirements for the design of water areas, as well as the engineering and geological conditions of the site on which the construction is carried out, meteorological and hydrological conditions of the construction area.

Compliance with the requirements of ND 31.2.003-2005 "Rules for the technical operation of port hydraulic facilities" regarding the maintenance of design parameters (width, depth) of the object during its operation (performance of annual control measurements of depths with operational dredging, etc.).

Control over compliance with the established mode of operation of the water area, as well as maintenance of its design and passport parameters, is carried out by the port captain's service, by conducting engineering surveys and regular surveying works.

The mode of operation of navigation equipment and their technical operation must be carried out in accordance with the requirements of the Regulation on navigation and hydrographic support for the navigation of commercial, fishing, special and other sea and river vessels on the seas and inland waterways of Ukraine, approved by the order of the Ministry of Transport of Ukraine dated May 23, 2001 No. 308, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on June 1, 2001 under No. 475/5666.

In the event of damage to the navigation equipment or their malfunction, the port captain must take urgent measures to ensure the safety of the movement of vessels and notify the State Hydrographic Administration.

If the ship has lost an anchor or other object that causes a danger to navigation in the water area, the ship captain must, with the knowledge of the port master, take the necessary measures to raise the lost object or mark the area where the object was found and notify the port master about it.

Maintenance of floating means of navigation equipment installed in regular places in working condition.

Compliance with the rules of navigation safety, requirements of the pilotage service and the service of port captains.

**Measures to protect workers from external factors; availability of sanitary facilities, medical care**

Regular teams of dredges are based on watercraft and do not need additional area of sanitary facilities on the shore.

1. When producing dredging works, the dredging organization must have the appropriate permission to perform the work from the territorial Office of the State Committee of Ukraine on

Industrial Safety, Labour Protection and Mining Supervision (Derzhhirpromnagliad of Ukraine).

2. Prior to the start of dredging operations, the company that has the permission of Derzhhirpromnagliad of Ukraine must carry out a diving survey of the dredging site and, if necessary, clean the bottom of the discovered objects and obstacles.

3. Before the start of dredging works, the organization that will carry out the work draws up a Work Production Project (WPP), which considers in detail the issues of work organization, safety and occupational health, taking into account NPAOP 0.00.-4.12-05 "Standard provision on the procedure for conducting training and testing knowledge on issues of labor protection" 1.1.4., clause 4.1 and NPAOP 63.22-1.08.84 "Safety rules for dredging operations and maintenance of special mechanisms of dredging shells of the river fleet".

4. To ensure the safety of working crew members at the dredging site, carry out operational control of the state of labour protection and safety equipment in accordance with the scheme in force in the dredging organization. Dredging work must be carried out in strict accordance with the requirements of the regulatory documents in force:

- DBN V.2.4.-32010 "Hydrotechnical structures. Substantive provisions." (clause 1.2.)
- "Rules of safety technology and industrial sanitation in the production of marine dredging works performed by the technical fleet";
- DSTU NBV 2.1-28:2013 "Instructions for carrying out earthworks, arrangement of foundations, and construction of foundations".
- Safety rules on ships of the navy, 1985 edition;
- Technical instructions for the production of marine dredging works.

5. When performing dredging works, it is necessary to comply with the current Mandatory Resolutions of the port.

6. The dredgemaster-captain must coordinate the layout of the working anchors or ropes of the dredger in each specific case with the port captain's office.

7. When transport vessels enter or leave the port, the dredger leaves the working slot and returns to the dredging site in accordance with the requirements of the port authorities.

8. Strictly implement environmental protection measures, prevent pollution of the water surface with fuel and lubricants. Follow the "Instructions for ships of the technical fleet on the prevention of environmental pollution", published in 1987.

9. When the dredger is working, the approach of watercraft to the dredger, in the area of the soil collection device, is categorically prohibited.

10. Special attention should be paid to safety when transporting people ashore and from ashore to working vessels.

11. Operation of the designed water approach and water area, to ensure safe navigation,

parking and handling of vessels, must be performed in accordance with paragraphs 4.1, 4.2, 4.3 p. 4 ND 31.3.003-2005, the main provisions of which are given below.

The ship's passage must be contained within the dimensions established by the project.

The draft of ships should not exceed the passing draft established by the port master.

Control of the established mode of operation, as well as maintenance of its design dimensions, is carried out by the relevant service.

Maintenance of the approach channel and ship passage involves the systematic performance of the following works:

carrying out regular depth measurements;

operational dredging works to maintain dimensions;

monitoring of water purity.

### **Risks in the design and construction process**

This object will be built for several years in rather difficult conditions, and it is difficult to predict all possible consequences of natural disasters during design, therefore, in the resource statement, it is necessary to provide funds to cover all kinds of risks and inflationary processes.

The object does not belong to objects of cultural heritage (class of consequences is not defined).

According to the results of the identification carried out in accordance with the methodology given in DSTU 8855:2019, the ship passage does not belong to objects of increased danger.

Construction object Reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of delta of the river Danube (objects of linear transport infrastructure of national significance) belongs to objects of the class of consequences (responsibility) CC3.

### **Assessment of the risk of emergency situations**

The most universal quantitative method of determining damage is value, that is, determining damage in monetary terms (E).

The second, no less important characteristic of danger is the frequency with which it can manifest itself, or the probability (p).

Probability (p) is defined as the ratio of the number of events with certain consequences (n) to the maximum possible its number (N) for a specific time period:

$$p = n/N.$$

A comprehensive risk assessment is risk (R), which is defined as the product of the frequency of occurrence of a hazard and the damage it causes.

$$R = p \times E$$

This definition of the concept of risk is consistent with the definition provided by the Law of Ukraine "On the basic principles of state supervision (control) in the sphere of economic activity" as "a quantitative measure of danger that takes into account the probability of negative consequences from economic activity and the possible size of losses from them".

For events that have already occurred, determining the probability does not pose significant difficulties. For this, it is necessary to have relevant statistical data on them. It is much more difficult to determine the probability of events that are expected but have not yet occurred.

Assuming conditionally for the quantitative assessment of such dangers  $E = 1$ , a value called the individual risk coefficient is used. Thus, it turns out that the coefficient of individual risk is the ratio of the number of realized undesirable consequences for the life of one person to all possible ones for a certain period of time, or the frequency of realization of dangers.

The above formula allows you to calculate the size of the general and group risk. In general risk assessment, the value  $N$  determines the maximum number of all events, and in group risk assessment - the maximum number of events in a specific group, selected from the total number by a certain feature. In particular, the group may include people belonging to the same profession, age, gender; the group can also consist of vehicles of the same type; one class of business entities, etc.

A characteristic example of determining the general and group risk can be the calculation of the numerical value of industrial injuries - that is, the probability of injury to the health or death of an employee during the performance of his work duties. In contrast to the assessment of industrial risk, the severity of the consequences (indicator of the state of health and loss of working capacity of employees), i.e. damage, is taken into account in the assessment of occupational risk.

Since probability is a dimensionless value, it follows that the unit of measurement of risk and potential damage must be the same.

In world practice, it is customary to use the ALARA (AsLowAsReasonablyAchievable) principle: "Any risk must be reduced as far as is practicable or to a level that is as low as reasonably practicable."

For the purposes of comparing risks of different origin, the following scale is proposed for comparing different dangers (table. 8.3).

Table 8.4 shows the values of the risk of death of the 1st person during the year, depending on the type of professional activity.

**Table 8.3 - Mortality risk comparison scale**

Ordered mortality risk scale		
Low	Medium	High

$<1 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-2}$	$>1 \times 10^{-2}$
Neglected	Low	Relatively low	Medium	Relatively medium	High	Very high	Extreme	

**Table 8.4 - Occupational safety classifier**

Category of safety	Conditions of professional activity	Risk of death of 1 person per year
1	Safe (employees of the garment, shoe, textile, paper, printing food and forestry industries)	$<0.0001$ ( $R < 1 \times 10^{-4}$ )
2	Relatively safe (workers in the metallurgical, shipbuilding, coal mining, iron and foundry, pottery, and ceramic industries, industry workers in general, as well as civil aviation workers)	$0.0001 \dots 0.0010$ ( $1 \times 10^{-4} < R < 1 \times 10^{-3}$ )
3	Dangerous (employed in carbon coke and vulcanization production, crew members of fishing trawlers, construction workers, climbers, tractor drivers)	$0.0010 \dots 0.0100$ ( $1 \times 10^{-3} < R < 1 \times 10^{-2}$ )
4	Particularly dangerous (test pilots, military helicopter crew members, divers)	$>0.0100$ ( $R > 1 \times 10^{-2}$ )

In order to determine the seriousness of the danger, there are different criteria. The classification is provided in the appendices by the interstate standard GOST 27.310-95.

The hazard severity categories presented in Table 8.5 quantify the relative severity of the likely consequences of hazardous conditions. The use of hazard severity categories is very useful in determining the relative importance of preventive measures when applied to certain conditions or damage to a system. For example, situations that belong to category IV (catastrophic hazards) require more attention than those classified as category I (minor hazards).

**Table 8.5 - Hazard severity categories**

Type	Category	Description of the accident
Catastrophic	IV	A hazard, the implementation of which can quickly and with a high probability cause significant damage to the enterprise and/or the environment, as well as the death of people
Critical	III	Danger, the implementation of which can quickly and with a relatively high probability cause significant damage to the enterprise and/or the environment and severe injuries and persistent diseases of people
Limit	II	Danger, the implementation of which can cause a delay in the company's performance of the task, damage to the system, lead to injuries, a decrease in the working capacity of people, and with prolonged exposure - to diseases
Insignificant	I	Danger, the implementation of which causes less significant injuries, diseases, damage to the system than in category II

Levels of probability of danger, presented in the following table (table. 8.6), is a qualitative

reflection of the relative probability that an undesirable event will occur, which is a consequence of an unremedied or uncontrollable hazard. Based on the higher probability of danger of any system, it is possible to draw conclusions about specific types of human activity. Therefore, using both hazard severity and hazard probability techniques, hazards can be identified, studied, classified, and resolved based on hazard severity, potential consequences, and the likelihood that such consequences will occur.

**Table 8.6 - Hazard probability levels**

Type	Level	Description of consequences
Part	A	Danger is constantly observed
Probable	B	Hazard likely to occur frequently, may occur several times per life cycle
Possible	C	Hazard observed several times during the period of work
Rare	D	Unlikely, but it is possible for a hazard to occur at least once during the life cycle of the system
Almost unbelievable	E	The occurrence of the hazard is so unlikely that it can be assumed that it will never happen

It follows from this that when the potential hazard of the event will be assigned to category IV (catastrophic) with the probability level A (frequent), then all efforts must be directed without a doubt to exclude this hazard from the design or to ensure enhanced control before the system or project is launched.

It is easy to see that a serious hazard may be admissible if it can be shown that its probability is too low, just as a probable event may be admissible if its outcome can be shown to be insignificant. This gives rise to the assumption that the probability of an acceptable risk of a hazard is inversely proportional to its severity. Table 8.7 shows an example of a hazard risk matrix, which includes the elements of the table. 8.5 and 8.6 in order to provide an effective tool for approximating acceptable and unacceptable levels or degrees of risk. By establishing an alphanumeric risk rating system for each severity category and each probability level, risk can be further classified and evaluated by degree of acceptability. Using such a matrix facilitates risk assessment.

**Table 8.7 - Risk assessment matrix**

The frequency with which the event occurs	Hazard category			
	IV Catastrophic	III Critical	II Limit	I Insignificant
(A) Often	4A	3A	2A	1A



(C) Probable	4B	3B	2B	1B
(C) Possible	4C	3C	2c	1S
(D) Rare	4D	3D	2D	1D
(E) Practically impossible	4E	3E	2E	1E
Hazard risk index				
Risk classification	Risk criteria			
4A, 4B, 4C, 3A, 3B, 2A	Inadmissible (excessive)			
4D,3C,3D,2B,2C	Unwanted (extremely acceptable)			
4E,3E,2D,2E,1A,1B	Acceptable with verification (acceptable)			
1C, 1D, 1E	Acceptable without checking (ignored)			

The essence of the concept of acceptable (permissible) risk lies in the desire to achieve such a small danger that society perceives at the moment, based on the standard of living, socio-political and economic situation, development of science and technology.

The Law of Ukraine "On the Basic Principles of State Supervision (Control) in the Field of Economic Activity" defines the term "acceptable risk" as a socially, economically, technically and politically justified risk that does not exceed the maximum permissible level. Acceptable risk combines technical, economic, social and political aspects of the problem and is a certain compromise between the level of security and the possibilities of its achievement. The size of the acceptable risk can be determined using a cost mechanism that allows the distribution of society's costs for achieving a given level of safety between natural, man-made and social spheres. It is necessary to maintain an appropriate ratio of costs in the specified areas, since a balance violation in favour of one of them can cause a sharp increase in risk and its level will go beyond acceptable values.

According to the category of seriousness of dangers, the planned activity belongs to category II - extreme (danger, the implementation of which can cause a delay in the execution of the task by the enterprise, damage to the system, lead to injuries, decrease in the working capacity of people, and with prolonged exposure - to diseases).

According to the level of probability of danger, the planned activity belongs to level E (practically improbable), and in which it is unlikely, but possible, that a danger will occur at least once during the life cycle of the system.

***Thus, the hazard determination index is accepted as 2E - acceptable with verification (acceptable).***

## 9 ASSESSMENT OF TRANSBORDER IMPACT

### 9.1 Characterization of conditions and elements of the environment in the zone of influence of DWNF.

#### 9.1.1 Ukrainian part of the Danube Delta

The delta of the Kiliya arm, within which the DWNF route is located, is a constantly changing system of branches and territories between them (islands). Part of the islands is covered by water and occupied by reed bed.

The highest areas are the coastal ridges and coastal spits of the islands with an average relative height of 0.5-1.0 m. The central parts of the islands have a flat low relief with lakes and canals.

Drive ridges are formed along the arms and streams. The asymmetric structure characteristic of them is due to the erosive activity of watercourses. The highest areas of ridges are located near watercourses. Towards the centre of the islands, they decrease, which defines the general topography of the latter as saucer-shaped. The formation of ridges directly depends on the amount of sediment, especially during floods, as they build up due to deposits of silt and sand. This explains the much higher height of the ridges in the upper part of the islands (1.0-1.5 m) compared to the lower part (0.5 m), where the flood is much weaker. The ridges are interrupted by depressions of different areas, which were formed in the places of former interisland watercourses. Foothill ridges are the place of formation of the main massifs of forests and, partly, meadows.

In addition to coastal ridges, the positive elements of the terrain are coastal spits. They are formed at a certain distance from the islands as a result of the interaction of watercourses and the sea. At the initial stage, they do not have noticeable relief elevations, they are insignificant in length (up to 1.5 km). Sea spits play an important role in the formation of desalinated bays. Increasing in size, they fence off part of the shallow waters of the coast from the influence of sea water. In the future, the upper sections of the spits are combined with the ridges of the islands, and a bay is formed, which gradually transforms into a semi-enclosed reservoir. According to the regularity of the alluvial process, the seaside spits are further combined with the terrestrial geocomplexes of the delta and function as part of the geocomplexes of one or another island as a whole.

The general direction of the evolution of the delta is determined by the interaction of the river and the sea and is manifested in the following phenomena and processes that occur constantly:

- advancement of the sea edge of the delta towards the sea;
- the emergence of new and the dying off of old arms of the delta, the change in their number and the redistribution of river flow between them;

- the formation of shallow areas of the coast (bars) in front of the mouths of the arms as a result of deposition and redeposition of sediments in the zone of interaction of the river flow with sea currents and waves;
- a change in the water regime of the island territories in the direction of slowing down the water exchange in the shoals, lowering the water level as it dies off and reducing the number of branches.

During the period 1955–1979, within the delta of the advance of the Kiliya arm, the coast advanced the fastest in the areas where the Ochakiv and Starostambulskyi arms flow into the sea (Fig. 9.1), to a lesser extent near the Bystre (Novostabulskyi) arm [1]. By 1980, the area of the delta reached 348 km<sup>2</sup>, the volume of the removal cone is 8.26 km<sup>3</sup>.

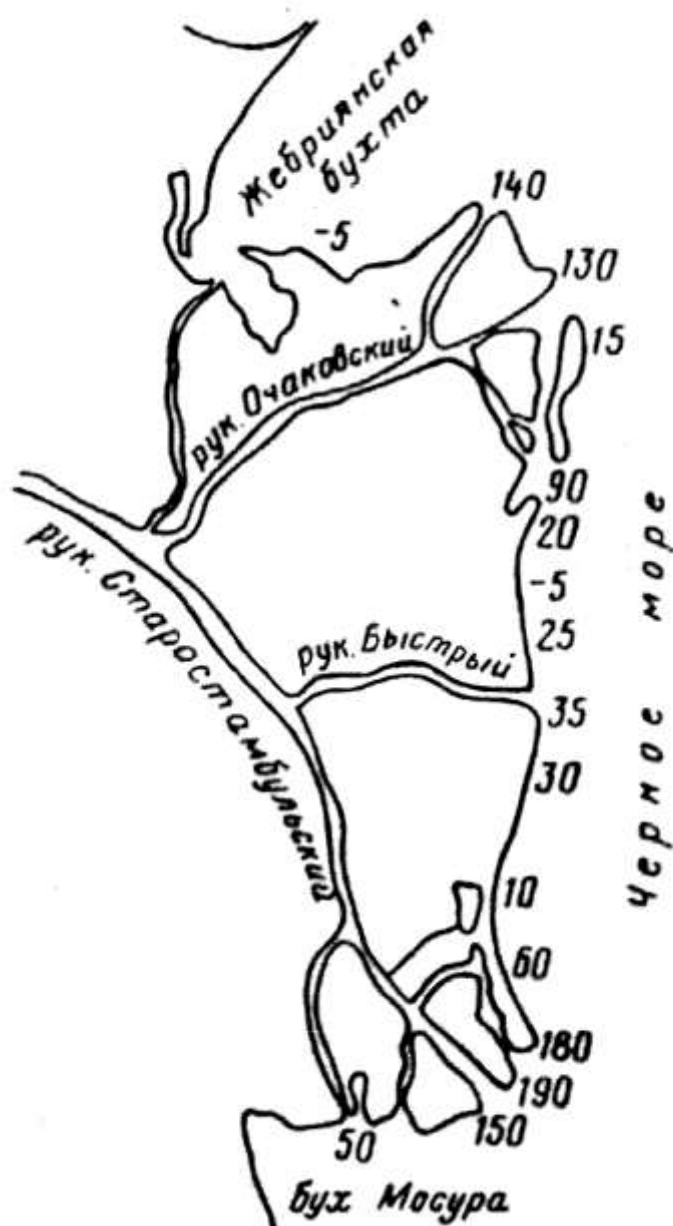


Figure 9.1 Dynamics of the rise of the sea edge of the Kiliya Delta of Danube (figures are

**average rates of rise or erosion of the shore (m/year)**

At the same time, in the second half of the 20th century, coastal erosion intensified in the areas between the mouths of the Bystre and Skhidnyi (Eastern) arms, which in some years reached 10–15 m/year [2].

Along with the evolutionary changes in the delta, periodically repeating processes are observed. The most important of them are bending and bending phenomena in the estuary zone, changes in water flow and solid sediments in the river during the year and between years. Their consequence is typical for delta fluctuations of water levels in branches and flumes, as well as deformation of the bottom and banks of watercourses.

The most dynamic sections of the channel network of the delta are mouth bars. Their natural depth does not exceed 2–2.5 m even in the most water-rich branches [3]. The morphological and morphometric characteristics of estuarine bars depend on the flow of water and sediments of the river or delta arm and the features of the estuarine sea (depth and slope of the bottom, waves, tides, bending and bending phenomena), as well as ice processes and artificial measures carried out in the estuary area of the river and the sea.

The speed of delta evolution is determined by the mass balance of solid runoff, which is carried into the sea along the channels of the arms and which is carried by sea currents. Surface and underwater deltas are built from these sediments, and soils of various quality and properties are formed on temporarily flooded floodplains.

*Soils* of the mouth consist of sediments carried by the river and soils that are weakly eroded and make up the bottom of the watercourse. On the site from Reni to Izmailskyi Chatal (160.5 km - 116 km), where high current speeds are observed, fine-grained sand with a predominance of particles 0.1–0.25 is found in the channel mm, on the core of the river there are larger particles (0.25–0.5 mm), and near the banks there is dusty and muddy sand. Under a thin layer of sand is blue-grey ancient clay

For the section from Izmailskyi Chatal to Vylkove (116 km - 18 km) is characterized by erosion of grey-white and yellow-grey ancient clay, although here, too, the flow along the rod carries fine-grained sand along the bottom, which turns into silt closer to the shores. In the lower delta, the banks and channel are composed of clay silt (with particles smaller than 0.01 mm) with sand layers. In the largest arms, fine-grained sand moves along the fairway even at low tide, and in shallower arms - only during the flood.

The soils of the sea edge of the delta are represented by fine to medium sands, sandy loams, heavy and light loams, sandy and loamy silts. On the coast of the Kiliya delta, the zonal distribution of soils is observed in the direction from the coast to the sea, mainly parallel to the seaward edge of the delta.

The sand zone occupies the bar areas of the arms and the coastal strip up to an isobath of 5 m. In some places, the border of this zone shifts to isobaths of 6-10 m, or towards the shore to a depth of 1-3 m. The width of the zone reaches 3-3.5 km

The composition of the sand in the specified area is quite uniform, mostly fine-grained, well-sorted. Closer to the shore, sometimes there are admixtures of medium-grained sand, and deeper in the sea, dusty sand with more than 5% admixture of silty particles is observed.

The muddy sand zone is located on the underwater slope of the sea at depths of 5–7 m and is adjacent to the sand zone.

The silt zone lies in a wide strip at depths of 10–25 m.

The conditions of soil formation in the delta are determined mainly by the hydrological regime and the nature of the relief. Depending on the height and duration of the Danube's level, different areas of the delta are flooded for a short or long time. The rich vegetation of the delta serves as a source for enriching the soil with humus and organic matter.

According to the degree of distribution and formation in the delta, 5 classes of soils can be distinguished: reedy flat and plaur, lake-swamp, sandy, alluvial, chestnut black soils are saline.

Large areas in the delta are constantly covered with water and therefore there is practically no soil on them.

The most favourable conditions for the formation of soils are found on the coastal ridges. There, the soil cover received the greatest development.

*Climate* of the Kiliya delta is moderately continental with relatively short and warm winters and long, hot summers. The frost-free period is more than 200 days, the vegetation period is 235-245 days, the sum of active temperatures is 3500-3600°C. A short and relatively warm winter lasts from mid-December to the second decade of February. The beginning of spring falls on the last decade of February - the first decade of March. The long and hot summer begins in the first decade of May and continues until the third decade of September. Autumn begins at the end of September - the beginning of October.

Average annual precipitation is 400 mm, and evaporation is 800 mm/year.

The average long-term water temperature in the Danube Delta is 12.7°C. The duration of the period with a water temperature above 5°C reaches an average of 265 days (16.03-06.12), above 10°C – 213 (10.04-09.11), above 15°C – 162 (04.05-13.10), above 20°C – 108 (31.05-16.09).

A large amount of heat, water, and high soil fertility contribute to the development of rich vegetation, including moisture-loving vegetation that inhabits the banks of watercourses and reservoirs. The most widespread reed. The reed thickets in the Danube Delta are the most compact in the world. On some lakes of the delta, there are floating and fixed thick carpets of dead and living vegetation - "plaura", formed from the remains of reeds and cattails.

The ecological impact of the delta is felt far beyond its borders.

The Danube Biosphere Reserve (DBR) is located in the lower delta of the Kiliya arm.

*DBR ecosystems* collectively make up a very diverse and original complex, due to the diversity of its landscapes and the transitional (ecotone) location between a large river and the Black Sea.

Due to natural-geological reasons and as a result of anthropogenic intervention, the ecosystem of the Zhebriyanska ridge, which has developed on the sands in a complex between the remnants of the sandy steppe and the artificial forest of Crimean pine, has a great uniqueness. The ecosystem of the Zhebriyanska foreland can be characterized as sandy-littoral.

The main part of the Kiliya delta, Stentsivsko-Zhebriyanska reed bed, and partially the Yermakiv island are occupied by reed bed ecosystems, represented mainly by weak mosaic areas with low flowability. Here, the dominant plant groups are reeds, narrow-leaved cattails, lake reeds, and sharp-tipped sedges. Among them, thickets of ash willow stand out in separate spots.

Forest and shrub ecosystems of floodplain landscapes of the reserve are represented by both natural communities and artificial plantations. Thickets formed by white, brittle, and tricot willows stretch in strips from 5 to 200 m along the watercourses, and along the seashore - by loach, amorphous, tamarisk, and sea buckthorn.

Meadow ecosystems in the Kiliya delta are located on elevated areas, coastal ridges, as well as in the vicinity of floodplains adjacent to coastal ridges. They are formed on the site of marshy and coastal water communities, which disappear due to the elevation of the relief caused by the annual accumulation of alluvium. Mainly, large-grass, small-grass, large-reed, and small-grass meadows are widespread, as well as various-grass saline meadows. A significant area is occupied by meadows on Yermakiv island.

The water ecosystems of the DBR are freshwater, and in the delta of the Kiliya arm there are also brackish water ecosystems that develop in watercourses, estuaries, numerous lakes and corners. The contact zone of the Danube and the Black Sea is a specific coastal ecosystem. Here, with the huge water masses of the Danube, in addition to suspended substances and dissolved biogenic substances, from 100 to 200 thousand tons of freshwater plankton and other organisms are carried into the sea annually, which die and settle to the bottom, creating reserves of organic substances. This phenomenon is of crucial importance for the processes of forming the biological productivity of the north-western part of the Black Sea and the living resources of the Danube itself with a transient way of reproduction of populations (in particular, sturgeon fish and Danube herring).

*Flora* of the Danube Biosphere Reserve (DBR) has 950 species of vascular plants belonging to 379 genera and 100 families. Various categories of rare and endangered plants include 134 plant species (14.1%), of which 16 are listed in the Red Book of Ukraine and 3 in the European Red List.

According to the maps (Fig. 9.2, 9.3) [4] the largest number of red-book species and green-book groups is concentrated in the areas of the Zhebriyanska ridge and the extreme south of the DBR, while only 2 red-book species and two green-book groups were noted in the area of the Bystre arm, and their growth sites are widely distributed throughout the territory of the protected core.



**Figure 9.2 Map of distribution of the main growth sites of vascular plant species listed in the "Red Book of Ukraine" on the territory of the Danube Biosphere Reserve .**



**Figure 9.3** Map diagram of the distribution of the main places of growth of plant communities listed in the "Green Book of Ukraine" on the territory of the Danube Biosphere Reserve.

*Fauna* of the delta is very rich and diverse. The delta is a place of spawning and feeding of valuable species of fish, and migration routes of transitory and semi-transitory fish pass through it.



In the Ukrainian Danube Delta, according to data [5], there are 95 species of fish belonging to 31 families, representatives of the carp, perch and goby families predominate among freshwater species. This number includes all species of fish from the European Red List. From the sturgeon species, these are the thorn and Atlantic sturgeon, from the salmon species - Black Sea salmon and Danube salmon, from the perch species - large and small chub, as well as umbra. These and 8 other species of fish are listed in the Red Book of Ukraine.

The Danube remains the last river of the Black Sea where the natural spawning of passing sturgeon still takes place. The main part of the spawning grounds is located outside of Ukraine, and the Ukrainian section of the river is mainly a spawning path for spawners and a migration path for larvae, the Avandelta also serves as a feeding area for young sturgeons.

According to [6], the total grazing area of passage sturgeons of the Ukrainian Danube Delta within the 5-km coastal zone is 16,250 ha.

The second most important object and the first in catches (56.1%) is the Azov-Black Sea (Danube) herring, a typical passing fish that spawns outside the Ukrainian part of the river.

A number of amphibians, reptiles and mammals that are protected at the national and international levels live within the DBR, and some of them have very high or significant populations in the DBR, while in many European countries they are threatened with extinction. Among the mammals, wild boar, mink, otter, muskrat, hare, wild cat, etc. are found in the delta. (Appendix E).

The wetlands of the Kiliya Danube Delta are of international importance, mainly as places of reproduction and mass gatherings of waterfowl. About 257 species of birds are found here (this is about 62% of the avifauna of Ukraine), of which 124 species nest in the Danube Delta. Migratory birds are the most numerous group - 196 species. A significant number is known for wintering - 129 species. 41 species are registered as volatile, 3 nomadic, and 8 migratory species. 42 species are included in the Red Book of Ukraine and the European Red List [5]. Back in 1975, the wetlands of the Kiliya Delta of Danube were included in the List of Wetlands of International Importance. This high status of the Kiliya Delta of Danube wetlands was confirmed in 1996. Convention on Wetlands of International Importance based on the 1971 Ramsar Convention. The uniqueness and conservation value of many Danube Delta bird complexes on a European and global scale is well-known, as well as the key importance of the Danube Delta for the preservation and restoration of a number of globally vulnerable bird species.

The absolute majority of birds known to the DBR have one or another nature protection status, are subject to the effect of one or another international nature protection conventions and agreements. 42 species (about 16%) are listed in the Red Book of Ukraine (1994) and the European Red List (1991), among which 11 are known as breeding, 31 are migratory, 22 are wintering, 16 are

flightless, and 2 are summer. The following are listed in the Red Book of the International Union for Conservation of Nature (IUCN): curly pelican (*Pelecanus crispus*), little cormorant (*Phalacrocorax pigmaeus*), red-billed coot (*Rufibrenta ruficollis*), white-tailed eagle and others.

The leading place in the reserve's avifauna is occupied by waterfowl and near-water birds, especially goslings (swans, geese, ducks), copepods (pelicans and cormorants), storks (herons and ibises), and waders (wagons and gulls). Among them, the pink pelican (*Pelecanus onocrotalus*), spoonbill (*Platalea leucorodia*), caraway (*Plegadis falcinellus*), yellow heron (*Ardeola ralloides*), white-eyed kidney (*Aythya nyroca*), long-legged wader, great and medium sandpipers and others are listed in the Red Book of Ukraine [5].

For some of them, such as the little cormorant, the Danube Delta is a key habitat on a global scale, for the curly pelican - on a European scale.

Of the four main areas of the reserve, the greatest diversity of bird species is characteristic of the secondary delta of the Kiliya arm. Next in this row are Stentsivsko-Zhebriyanska reed bed, Zhebriyanska ridge and Yermakiv island.

The main colonies of cormorants, herons and ibises are located in the secondary delta of the Kiliya arm of the Danube. Of particular importance in the life of waterfowl and near-water birds are the spacious shallow waters of the Kiliya avandelta of the Danube, where seasonal bird gatherings number more than 50,000 individuals. Most of the migrating ducks are concentrated here. In some seasons, the number of common terns alone in the shallow sea water reaches 16–20 thousand species, and the same number of coots live there. Other species are less numerous. From 500 to 5,000 whooper swans molt almost every year in the southern muddy area of the avandelta.

Particularly valuable are the ornithological complexes of low coastal islands and spits. In particular, at the end of the 20th century, south of the mouth of the Bystre arm, the Ptashyna foreland emerged, where one of the two most important plover colonies in the reserve was located. Nest here: magpie sandpipers (Red Book of Ukraine), terns (Red Book of Ukraine), terns and terns, laughing gulls, terns.

### **9.1.2 The Romanian section of the Danube Delta**

According to the Romanian side, the environmental objects that may be subject to the potential influence of the DWNF Danube river - Black Sea on the territory of Romania are nature conservation areas located in the Romanian part of the Danube Delta (Fig. 9.4-9.6) and included in Biosphere Reserve of the Danube Delta (BRDD) (Fig. 9.7). When assessing the possible transboundary impacts of the construction and operation of the DWNF, this reserve is considered as one of the parts of the bilateral biosphere reserve in the Danube Delta, the second part of which is the Danube Biosphere Reserve on the territory of Ukraine.



**Figure 9.4** Eastern part of the Danube delta





Figure 9.5 The western part of the Danube delta





Figure 9.6 Razim–Sinoie lake complex

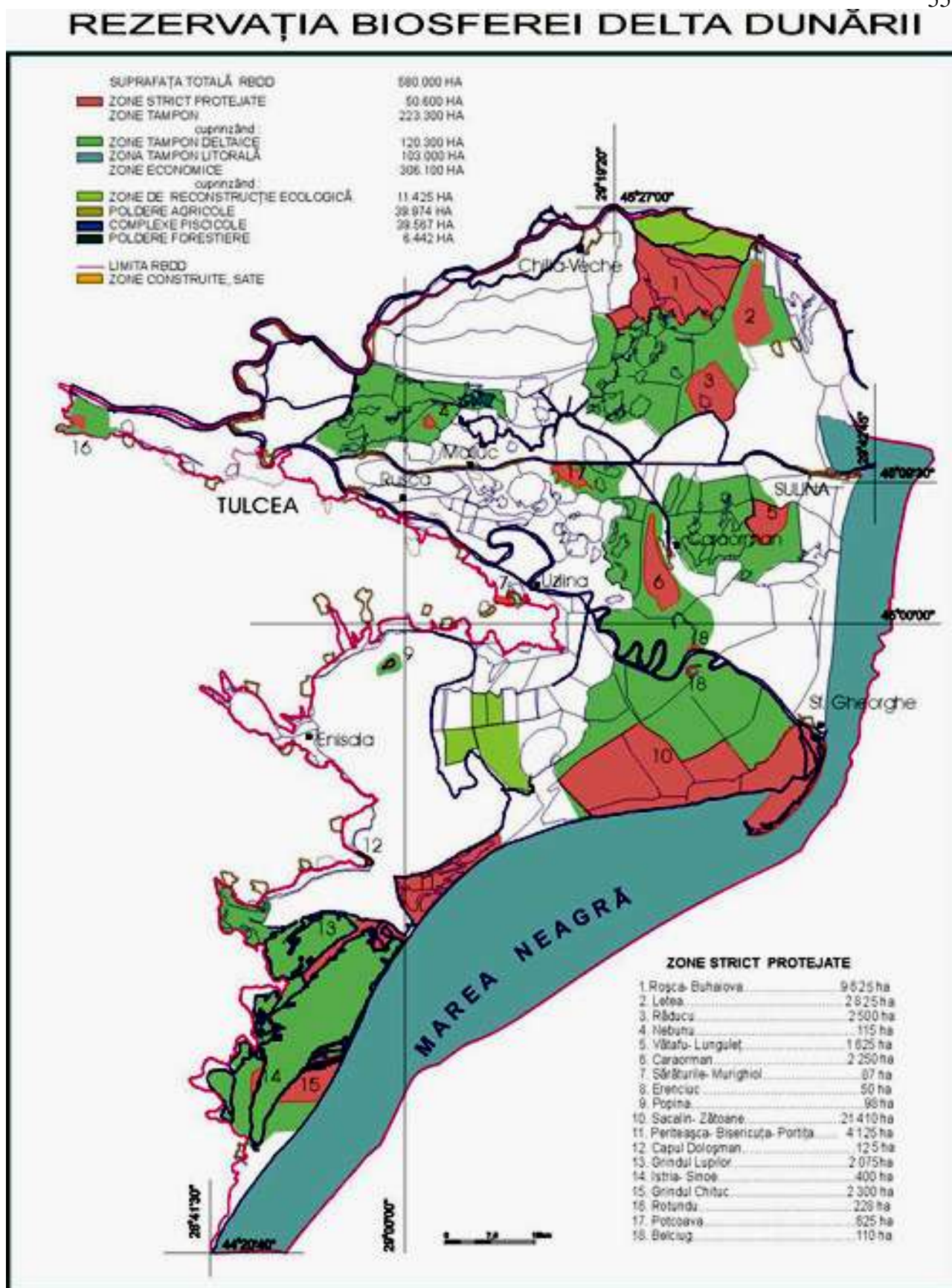


Figure 9.7 Ecological zoning of BRDD

Within BRDD, the following *geographical units* are distinguished: the Danube Delta itself, the Razim-Sinoie lake complex, the area of the river floodplain between Isakcha and Tulcha, as well as the adjacent area of the Black Sea up to an isobath of 20 m.



Taking into account topographic, morphometric and hydrographic characteristics, the Danube delta is conditionally divided into the following two main structural units: *delta of river*, which extends westward from the Jibrieni-Letea-Caraorman-R~ducu-Ceamurlia primary seawall, and *naval (or marine) delta*, which lies east of the above-mentioned line all the way to the Black Sea itself.

*Delta of river* (=258,100 ha) represents the oldest part of this system, which was formed on the site of the former Danube Bay. Its characteristic features are numerous and large coastal embankments in combination with relatively small areas of lowland lakes, which are scattered throughout the territory of this part of the delta and in many cases have signs of intensive sedimentation.

*Marine (or marine) delta* (=180,000ha) includes such elements as the coastal dune mounds of Letea, Caraorman and S~r~turile, as well as one of the most significant lake complexes (Ro[u-Puiu-Lumina ]). This system is under the influence of large-scale morpho-hydrographic changes that occur in the contact zone with the Black Sea.

#### *Razim-Sinoye lake complex*

From a purely genetic point of view, this system does not belong to the Danube Delta, but is considered a derivative of the former Halmirys Gulf, separated from the Black Sea by sand banks formed as a result of the accumulation of sediments under the action of alongshore currents. These ramparts differ in age and divide the former bay into a rather heterogeneous lake complex, most of which (i.e. 85%) is occupied by lakes.

#### *The section of the Danube river floodplain between Isakcha and Tulcha*

This area includes the right-bank part of the river valley, which extends from the city of Isakcha to the point of the first branching of the main channel of the Danube River (Ceatalul Chilia). According to its topography (first of all, it means a large number of lakes and mainly lowland relief), this area of the river floodplain is very characteristic of the river part of the Danube delta.

#### *The coastal zone of the sea*

The coastal zone of the sea up to the 20 m isobath partly refers to the shelf zone and is characterized by developed abrasion-accumulation processes. The composition of the sediments is dominated by the sand fraction. This underwater area is a zone of intense action of sea waves and currents.

### **Hypsometry**

The Danube Delta has mainly a lowland relief with an elevation mark of 0.52 m above the medium level of the Black Sea (MLBS) and a total gradient of 0.006 m/km. It should be noted that

at the beginning of the 20th century, the absolute height mark for the Danube Delta was +0.31 m relative to the MLBS. Even taking into account the manifestations of such processes as the transfer and accumulation of sediments, which could lead to a change in the elevation, such a large difference, which is 0.21 m, cannot be explained by the action of these natural processes alone, so it can be assumed that there are certain errors and inaccuracies in the measurements, which can take place on topographic maps of the Danube Delta.

The fact that the elevations of the Danube Delta are very close to the level of the Black Sea determines the rather narrow range of hypsometric values established for this area. The maximum elevation difference in the Danube Delta is 15 m and is between the highest and lowest elevations, respectively, recorded at the top of the Letea dune mounds (+12.4 m) and at the bottom of the lowest lake (+3 m) located in the sea part of the delta. At the same time, the maximum depths in the main Danube branches were not taken into account (-39 m in the Kiliya arm, -34 m in the Tulchyn branch, and -26 m in the St. George arm.

In relation to the level of the Black Sea, only 20.5% of the territory of the delta has an elevation below 0 m. In the rest of the territory (79.5%), the elevation marks are more than 0 m, and in most of this territory (54.6%) the range of elevation marks is of the order of 0-1 m above the MLBS. Taking into account those areas that have a range of height marks of the order of 1-2 m (18.2% of the delta territory), as well as lowland areas with marks below 0 m, for more than 93% of the delta territory, hypsometric values do not exceed 3 m. If we compare these values with the marks recorded on old maps, we can see that only since the beginning of this century, the area of plots with height marks below 0 m has decreased by more than half (from 45.4 to 20.5%), and the estimated rate of reduction was 1,150 ha/year. Although these values are not completely accurate, they are quite indicative in terms of reflecting the general trend in the evolution of the delta.

A significant contribution to the formation of this trend was made by shore fortification structures located within the river floodplain and the delta itself, since the reduction of the area of potential flooding led to the intensification of the process of accumulation of alluvial sediments in the rest of the territory, which remained in its natural state.

Within the flood plain between Tulcha and Isakcha, the hypsometric values are about 4.2 m at the tops of the coastal embankments and +1.0 m at the bottom of the local lake reservoirs.

On the territory of the Razim-Sinoye lake complex, the highest elevation mark (absolute height 48 m) is recorded on Popina island, and the lowest elevation mark (-3.0 m) is the mark of the bottom of Razim lake. At the same time, more than 99% of the territory of the complex has hypsometric values at the level of about 5 m, taking into account the difference between the absolute height marks recorded at the bottom of the lakes and on the tops of the coastal embankments (2.2 m). If we consider these values in relation to the level of the Black Sea, only



15% of the territory of the complex (namely coastal embankments) is located at heights that are higher than the 0 m mark (=MLBS).

### **Elements of morphological structure and hydrographic network**

Such elements include: ancient (pre-deltaic) landform elements, riverine and coastal embankments (coastal embankments/sand bars, coastal dunes); as well as key elements of the hydrographic network (main branches, secondary watercourses and channels) and lakes.

*Pre-delta elements of landforms* include the continental remains of the ancient Kiliya land (Chilia field) and the central part of the Stipoc mound, which are located further beyond the Bugeac Plain, which extends north of the Kiliya arm. These objects are formed by loessal deposits. The Kiliya land is characterized by a gradual decrease in absolute height (4.5 m) in the direction from north to south and from north-west to south-east. In these same directions, a gradual overlap of loessal deposits with river sediments is recorded, resulting in a gradual transition from the landscape of the loessal plain to the landscape of the delta. Another important element of the pre-delta landforms are the small islands of Popin and Bisericuta (formed by limestone deposits of the Triassic period) in Lake Razim, as well as a small island (formed by Silurian green shales) connected to the coastal bank of Istria/Histria. It was on this island that the ancient city of Istria/Histria was founded. According to estimates, all these elements of pre-delta landforms occupy an area of about 8,200 ha (i.e. 2.6% of the total area of the delta).

*River embankments* are landforms formed as a result of the deposition of alluvial materials carried to the banks of watercourses during floods. The most developed systems of embankments are associated with the main arms of the Danube (Kiliya, Sulina and St. George). These ramparts extend all the way to the point where the main channel of the Danube divides and the formation of these branches in the Ceataluri area, where they form typical alluvial plains more than 3 m high. Downstream, the riparian embankments lose both their height and width, and in the seaward part of the delta, that is, closer to the sea, they have a height of only 0.3 m and a width of 50 to 100 m. In addition to the most powerful embankment systems, which are connected to the main branches, in the Danube Delta there are similar, but smaller in area, embankments that extend along secondary watercourses and channels.

Riparian embankments occupy 6% of the total area of the Danube Delta. The construction of canals and platforms to store harvested reeds has led to the formation of artificial banks that are taller and narrower than natural banks.

*Coastal ramparts* were formed as a result of the combined effect of the processes of sea and river transport and deposition of sediments. The coastal embankments are located perpendicular to the course of the main branches and act as natural dams. Annular sea currents, characteristic of the

Black Sea, as well as the action of sea waves are the main factors that led and continue to lead to the formation of seawalls. As for the Danube and its role in the formation of seawalls, it is only a channel for the arrival of the alluvial material from which they are composed. This material is transported and deposited by sea waves and currents. In addition to the Danube itself, another important source of sediment input is the eroded steep slopes of the north-western Black Sea coast, as well as the layer of crushed shell debris that covers the surface of the sea shelf. Within the delta are the largest coastal spits of Letea, Caraorman and Crasnicol, which originate from the so-called "primary coastal ridge" and were formed approximately 10,000-11,000 years ago. These parts of the original coastal ridge formed a natural dam, which in time led to the formation of a deltaic bay. This gulf acts as a boundary separating the "river delta" in its current form. The above-mentioned spits are a chain of several coastal ridges located in sequence, formed primarily by sandy deposits. Their most characteristic features are their fairly significant height (12.4 m in the case of Leti and 7 m in the case of Karaorman), their dune fields formed as a result of wind erosion of layers of sandy deposits, as well as the specific plant communities associated with them. Due to the extraordinary richness and diversity of its flora, the Letya and Karaorman forest areas received the status of nature reserves. The third complex of seaside coastal ramparts is called Saraturile and is located directly between the complex of the primary coastal ridge and the present sand bars: its top is on the sea coast, and it itself spreads in a fan-like fashion from the north-eastern to the south-western part of the delta. Numerous narrow and low sand bars scattered throughout the area of the sea delta also belong to the same landform.

The island of Sakhalin (Sakhalin island), formed at the mouth of St. George's Arm, is one of the most vivid examples that illustrate the genesis of these landforms.

Another significant system of marine sandbars includes the Chituc, Istria and Lupilor barrows, which are connected to the Razim-Sinoye lake complex.

*Hydrographic network* plays a very important role in the processes of formation, development and functioning of the delta system. The evolutionary development of both main branches and secondary watercourses took place over a long period of time and was formed under the influence of a complex of neotectonic factors and depending on the intensity of sediment transport and accumulation processes.

Since the first hydro-engineering works carried out on the Sulina branch in the 20th century, the hydrographic system of the Danube Delta has constantly undergone and continues to undergo significant anthropogenic changes motivated by various economic goals. Under these conditions, a system of artificial channels was added to the network of natural watercourses, built with the aim of improving the water exchange regime in certain areas of the delta or ensuring the implementation of various types of economic activity (fisheries, agricultural polder systems, ways of transporting

harvested reeds, etc.).

The arms of Sulina and St. George underwent the most significant changes. Thus, at the end of the 19th century, the length of the Sulinsky arm was reduced from 91.9 km to 63.7 km as part of the creation of a fairway that would provide access to the sea. More recently, St. George's Arm was straightened by cutting off its main natural meanders, reducing the length of the arm from 108 to 70 km.

The total length of natural (or partially regulated) watercourses in the Danube Delta is 1,743 km, and the length of artificial channels reaches 1,753 km. Among the new canals, the main purpose of which is to ensure the operation of water transport, special attention should be paid to the Mila 23 and Caraorman canals, which led to a violation of the natural flow regime, resulting in an intensive accumulation of sediments and other negative processes.

*Lakes*, located on the territory of the biosphere reserve in the Danube Delta, is another important element of the local relief and hydrographic network. According to the results of a recent inventory study, by 1980 there were 668 lakes in the Danube Delta with a total water surface area of 31,262 ha (i.e. 9.28% of the total area of the delta). As a result of the construction of dams and drainage systems associated with the agricultural polder systems of Pardina and Siresa, the number of lakes has decreased to 479, and their total area is 25,794 ha (8.06% of the total area of the delta).

In the upper - western - part of the delta, where the processes of sediment formation and deposition are more intensive, lakes are more numerous, relatively small in area (up to 40 ha) and shallow (<1.0 m), while the lower part of the eastern part of the delta is characterized by a smaller number lakes despite the fact that the area of each of them is much larger: Furtuna Lake (977 ha), Gorgova Lake (1,377 ha), Isac Lake (1,101 ha), Malita Lake (652 ha), Merhei Lake (1,057 ha), Roshu Lake (1,445 ha), Lumina lake (1,367 ha), Puiu lake (865 ha), Dranov lake (2,170 ha), etc. Their depth is on average 1-2 m, in some places reaching up to 3 m. The exception is old lakes, for example, Lake Belciug, the depth of which is 7 m.

A similar picture emerges when studying other morpho/hydrographic characteristics of lakes, which also change depending on the intensity of sediment formation and deposition processes. In the western part of the delta, most of the lakes are bordered by riparian embankments, so the bottom marks are usually higher than the MLBS mark, sometimes being 1.0 m above the MLBS mark. The lakes of the eastern part of the delta are combined into large lake complexes, and their shorelines are formed by thickets of reeds and floating reed massifs.

The Razim-Sinoie lake complex, with an area of 101,500 hectares, is the largest lake system in Romania. It was formed as a result of the formation and development of a narrow sea spit that separated the ancient sea bay of Halmyris from the sea. Currently, the connection between the bay and the sea is carried out through two straits (*ghuri*) – Porti]a and Peritea. The largest lakes of the

complex are Razim, Sinoie, Zmeica and Golovitsa.

The depth range in these lakes is from 1.0 to 3.5 m. Lake Razim is the deepest (3.0 - 3.5 m), and Lake Zmiitsa has the smallest depth (about 1.0 m). Lake Sinoje remains the only lake with brackish water, while the rest of the lakes in the complex, in the process of water exchange with the Danube River, were transformed into freshwater reservoirs, the water of which is used for irrigating local agricultural lands.

### Soils

The structure of the soil cover of the Danube Delta is presented in Table 9.1.

**Table 9.1 – Structural characteristics of the soils of the Danube Delta**

Soil type	Area (ha)	%
Alluvial soils	53900	13.3
Soils of reservoirs or underwater soils	70200	17.3
Clay soils	88400	21.8
Sandy soils and sands	63500	15.6
Salt shakers	8100	2
Chestnut lands	900	0.2
Histosols	110600	27.2
Antrosoli	10400	2.6

### The plant world

In terms of species diversity of its flora and fauna, the "Danube Delta" biosphere reserve ranks third in the world after the Amazon Delta and the Nile Delta.

According to the research conducted in 1991-1997, the flora of the Danube Delta includes 1,615 plant species, and this is about 1/3 of the total number of known species registered as part of the flora of Romania;

The flora of the Danube delta continues to be dominated by local plant species, although significant areas of the delta have undergone significant changes as a result of large-scale hydraulic works related to the development of agriculture, fisheries and forestry.

The results of the latest mapping of the vegetation cover of the Danube Delta indicate that about 70% of the total vegetation cover consists of groups associated with reed bogs, reed bogs (*Typha angustifolia*), *Scipetum*, sedge bogs (*Carex elata*), as well as floating peat islands. In the Danube Delta there is the world's largest zone of compact placement of reed thickets (178,348 ha);

In lakes, canals and secondary watercourses, aquatic vegetation is represented by submerged and floating plants: *Nymphaea* sp. *Nuphar*, *Swimming trap*, *Potamogeton* sp. *Myriophyllum* sp. *Utricular* sp.

The composition of the forest vegetation is dominated by various types of willows, which form the forest cover of higher river banks (*Salix trianda*, *S. fragilis*, *S. alba*). On less high slopes

there is a small grey willow (*Salix conerea*).

On the low, wet areas of the Letea and Caraorman sea spits, oak forests (Hasmace) were formed, which are dominated by such species as *Quercus robur*, *Q. pedunculiflora*, and ash trees are also found (*Fraxinus angustifolia*, *F. pallisiae*), various types of shrubs and creeping plants (*Vitis silvestris*, *Periploca graeca*). Vegetation associated with dune complexes is represented by specific associations of sand plants (*Koeleria pyramidata*, *K. glauca*, *Festuca pallens* etc.). Halophytes mainly grow on saline areas (*Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, *Puccinellia distans*, *Aelurolus littoralis*, *Limonium gmelini*).

### Fauna

In the period 1991-1997, 3,491 species of animals were registered in the Danube Delta, including 3,018 invertebrates and 473 species (85 species of fish, 9 species of amphibians, 12 species, 325 species of birds).

The importance of the Danube Delta for the existence of migratory bird species can be illustrated by the data presented in Table 9.2.

**Table 9.2 – List of the main migratory birds of the Danube Delta**

Scientific name	English name	Ukrainian name	Proportion (%) of total European (E), Palearctic (P) or World (W) population attributable to BRDD
<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	Pygmy cormorant	Малий баклан	61(W)
<i>Pelecanus onocrotalus</i>	White pelican	Білий пелікан	52 (P)
<i>Pelecanus curled up</i>	Dalmatian pelican	Кучерявий пелікан	5(W)
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Night heron	Квак	17 (E)
<i>Ardeo ralloides</i>	Squacco heron	Жовта чапля	26 (P)
<i>Egretta garzetta</i>	Little egret	Мала біла чапля	11 (E)
<i>It was burning purple</i>	Purple heron	Руда чапля	11 (E)
<i>Steep ruficollis</i>	Red-breasted goose	Червоновола казарка	90(W)
<i>Plegadis falcinellus</i>	Gloosy ibis	Коровайка	30 (E)
<i>Platalea leucorodia</i>	Spoonbill	Косар	<1 (E)
<i>Haliaeetus albicilla</i>	White-tailed eagle	Орлан-білохвіст	<1(W)
<i>Circus aeruginosus</i>	Marsh harrier	Лунь очеретяний	4 (E)

The list of birds that are part of the avifauna of the Danube Delta, as well as information on their protection status, is given in Appendix F.

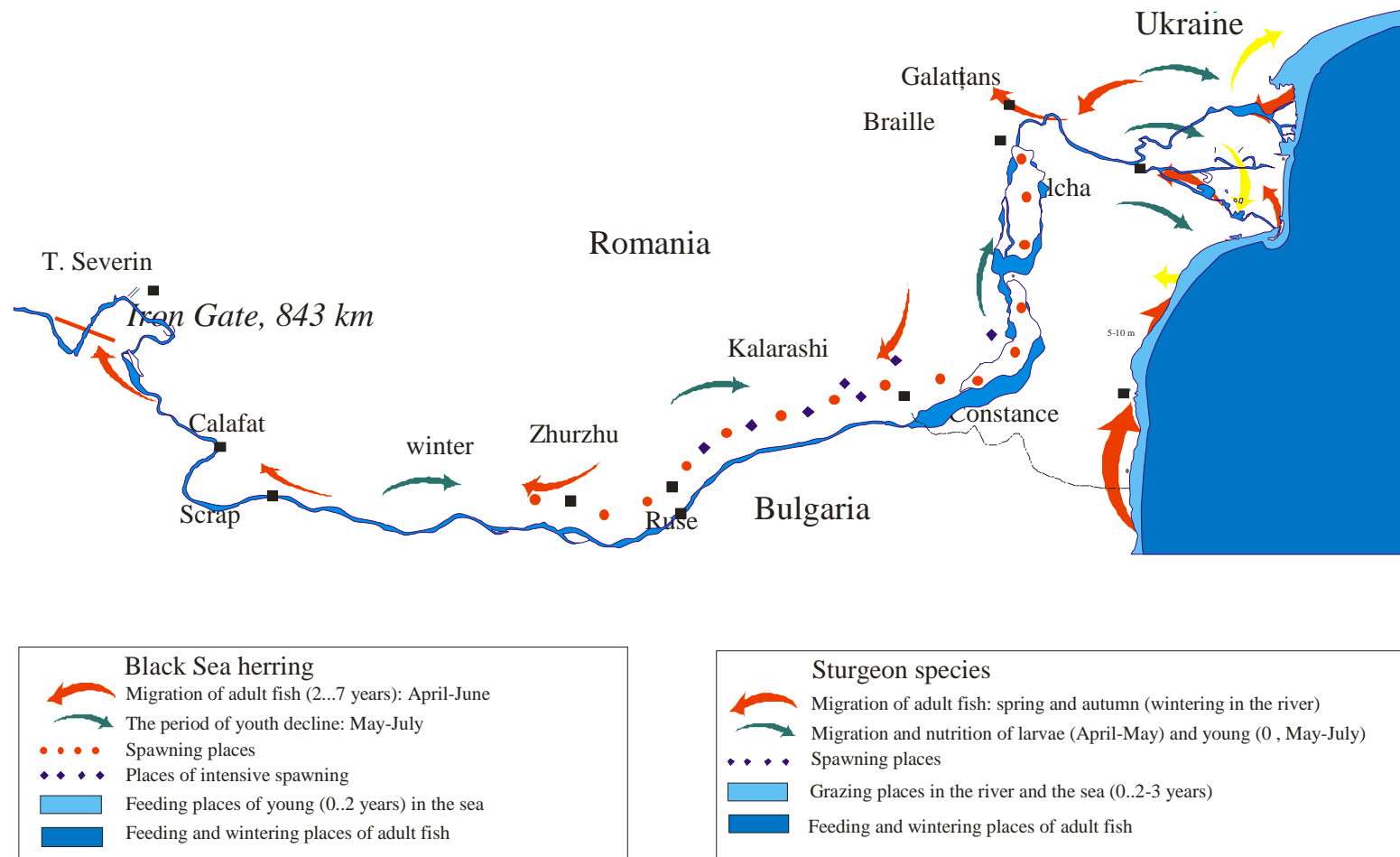
The freshwater ichthyofauna includes 78 fish species, 10 of which are long-distance migratory species moving between the Black Sea and the Danube River or its delta, and another 12

species are purely river migrants. The list of fish species with the definition of the relevant ecological associations and protection status is given in Appendix G.

Traditional migration routes of long-migrating fish species, including sturgeon, are shown in fig. 9.8.

The list and classification of areas of the marine zone of the BRDD, which are of pan-European importance as habitats of various species of flora and fauna, are given in Appendix I.

The list and description of Natura 2000 sites in the Romanian part of the Danube Delta is given in Annex K



**Figure 9.8 Structure of migration flows of Danube herring and sturgeon populations**

## **Socio-economic aspects**

In the 20th century, the population of the Danube Delta ranged from 15,000 to 21,000 people. The main factors affecting the demographic situation were the two world wars and the economic development of the city. Tulcha The lowest population figure for the past century (15,590 people) was recorded in 1992. Due to the fact that the most active migrants are young people under the age of 35, the decrease in the number of the local population is primarily due to the age factor. One of the main goals of the creation and development of the "Danube Delta" biosphere reserve is to create suitable conditions for reducing the rate of population migration outside the region.

Since ancient times, fishing has been the main occupation of the local population, and this situation persists even now, even despite the reduction in the volume of fish caught and the deterioration of its qualitative composition. The main settlements in which fishing is the main activity of the local population are Crisan, Mila 23, Gorgova and St. Gheorghe, whose population is also engaged in sea fishing.

The next most important and largest type of activity was and remains sheep breeding and cattle breeding, which at first had a temporary nature and looked like the wintering of shepherds with their flocks from the Eastern Carpathians and the Moldavian Plain, but in the second half of the 19th century it became one of the permanent occupations for the local population. The main places of cattle breeding are the settlements of Letea, Periprava, C.A. Rosetti, St. Gheorghe and Caraorman.

Agriculture was and remains the traditional activity of the population of those areas in which high-quality arable land is concentrated (Кілія/Chilia, Бардіна/Pardina, Плаун/Plaur, Сальчені/Salceni, Чаталкои/Ceatalchioi and Патлажанка/Patlageanca), represented by alluvial soils covering high embankments that almost never flood. Agricultural crop production is less developed in areas such as Letea and Caraorman, where the soil cover, mainly represented by sands, is less suitable for agriculture.

Since 1960, the traditional structure of economic activity, in which fishing and agriculture prevailed, has undergone significant changes as a result of the large-scale development of such activities as the cultivation and collection of reeds, the exploitation of fish ponds, the creation of large polder systems for the needs of agriculture and forestry.

The creation of large hydrotechnical structures in the region led to the intensive development of shipping - first of all, we are talking about the straightening/shortening of the Sulinskyi arm, which was carried out in the period from 1962 to 1982 to ensure the entry of ocean vessels (ports to the port of Brail. The volume of sea freight transportation along the Sulinskyi arm with such ports as Tulcha, Reni (Ukraine), Galatsi, and Braila grew from 1.8 million tons/year in



1938 to 8.5 million tons as of the last decade. In addition to cargo transportation, passenger transportation is also well developed in the Danube Delta.

In the structure of land use, the main place is occupied by agriculture (14.2%) and fishing (12.9%), which are mainly concentrated in the western river part of the delta (table 9.3). It should be noted that the lands of the Danube Delta were significantly affected as a result of the creation and operation of large-scale irrigation and drainage schemes (22.3%).

**Table 9.3 – Structure of land use on the territory of the BRDD (according to the Environmental Zoning Act 82/1993)**

<b>Ecological zones</b>	<b>Area, ha</b>	<b>Area, %</b>
<b>Including:</b>		
I. Zones of full protection	50,600 ha	8,7%
II. Buffer zones, including marine buffer zones	223,300 ha (103,000 ha)	38.5% (46.1%)
III. Zones of economic activity:	306,100 ha	52,8%
- rural polders	(43,391 ha)	(14.2%)
- fish breeding ponds	(39,567 ha)	(12,9%)
- objects of forestry	(6,442 ha)	(2.1%)
- zones of residential and administrative buildings (Act 18/1991)	(27,243 ha)	(8,9%)
- proposed ecological rehabilitation zones	(11,425 ha)	(3.7%)
- other types of use	(178,032 ha)	(58.2%)
<b>Total area of BRDD:</b>	<b>580,000 ha</b>	<b>100%</b>

### **Natural geomorphological processes and changes caused by economic activity**

The main geomorphological processes that form the natural mode of functioning of the delta are the deposition and accumulation of alluvial material (45-48 million tons/year), which is transported by the Danube river flow; deposition of the remains of semi-decomposed organic matter at the bottom of lakes; wind erosion of elevated areas of coastal embankments; the formation of coastal spits and elements of the secondary delta at the mouths of the Kiliya and St. Gheorghe arms. The most typical example in this regard is the sub-delta/secondary delta of the Kiliya arm on the territory of the Ukrainian part of the Danube delta, which was formed during the last 100 years, and its growth rate was 40-80 m/year. Another secondary delta is now forming at the mouth of St. Gheorghe arm, but it has a different shape and longitudinal orientation.

The processes of marine coastal erosion are developed along the entire Romanian coast of

the Black Sea. The main factor in the development of these processes is the slow rise of the water level in the sea (at a rate of 2-4 mm/year), which began in the last century. The intensity of these erosive processes increases even more as a result of the decrease in the volume of solid runoff with the waters of the Danube. The main reason for this decrease is the construction of hydroelectric dams along the main channel and in the tributary basins of the Danube.

The average speed of retreat of the coastline of the sea is 3.7 m/year, which means a constant reduction of the area of the Razim-Sinoie delta and lake complex at a rate of 47 ha/year.

The maximum rate of retreat of the coastline at the level of 17.5 m/year was recorded in the area between the Sulin and St. Gheorghe arms.

Anthropogenic changes in the geographical conditions in the territory of the delta are primarily associated with new types of land use, which gained large-scale development in the second half of the last century. For example, in the period of 1960-1970, which was called the "reed period", a network of canals and earthen platforms was created. In the 1970s and 1980s, that is, during the "fish farming period", significant areas of the delta were leveled and blocked by dams in order to create a network of industrial fish breeding facilities. The period of 1980-1989, or the so-called "agricultural period", was characterized by the large-scale development of agricultural polder systems (Пардіна/Pardina (27,000 ha), Шираза/Sireasa (7,500 ha)). All these anthropogenic interventions led to significant changes in the structure of the local landscape and had a significant impact on the mode of functioning of the delta ecosystem.

The construction and operation on the territory of the Romanian part of the delta of large canals, hydrotechnical structures that regulate the flow regime in significant areas of the delta, as well as the creation of an extensive network of irrigation canals led to the emergence of a "quasi-channelized" regime of river flow, under the conditions of which the river flow was quickly directed into The Black Sea through large arms, and this caused a negative impact on the state of soils and ecosystems, caused siltation and siltation of lakes Сіраза/Sireasa, Фуртуна/Furtuna, Горгова/Gorgova, Узліна/Uzlina and Рошу/Rosu.

## **9.2 Determination of environmental factors that are affected by the planned activity and possible environmental consequences**

Impact processes are a complex weave of physical, chemical and biological processes of various orders: primary processes are considered to be those that arise directly under the influence of influencing factors, and secondary (mediated) are those that are initiated by primary processes. At the same time, in secondary processes, the factors of influence are the results of primary processes.

Along with environmental factors that affect the planned activity and are sensitive to the effects of the planned activity, environmental factors that can significantly strengthen or weaken the negative impact of anthropogenic factors are also important for site selection. In particular, the choice of the route of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea, which runs along the natural deep arms of the delta (environmental factor), made it possible to minimize the area of alienated land and the volume of dredging works (impact factors). After all, it is dredging and land alienation that cause the main negative impacts when shipping in the Danube Delta.

The variability of environmental factors is the main condition (as well as the result) of the evolution of the delta, and the consequences of this variability are experienced by all natural and man-made objects located within its borders. As the historical experience of shipping in delta conditions shows, man-made impacts of the construction and operation of shipping lanes on the environment occur against the background of the determining effects of evolutionary and cyclical processes of delta formation, strengthening and weakening some of them. When assessing the impact of the creation of a ship's passage on the environment, it is critically important to separate the consequences of the creation of the ship's passage itself from the consequences of the variability of environmental factors.

The results of a detailed analysis of the complex effects of DWNF on environmental components, which are transboundary in nature, are given in Tables 9.4 - 9.7

**Table 9.4 – List of factors affecting the environment of DWNF in the construction and operational periods**

<b>Types of work and sources of influence</b>	<b>Factors of influence</b>
<p>1. Excavation of the soil in the sections of the channel and the sea approach channel. Storage of soil in riverbed and coastal dumps and marine landfill. A complex of machines and mechanisms</p>	<p>1.1. Damage to the bottom in areas of the river bed, sea approach channel and protective dam            1.2. Damage to the bottom at the site of the marine landfill            1.3. Occupation of land for coastal dumps            1.4. Losses of soil during excavation and dumping (on sections of the route)            1.5. Contact of stored soil with sea water            1.6. Inflow of return water from coastal landfills            1.7. Noise from the operation of mechanisms            1.8. Emissions into the atmosphere from engine operation</p>
<p>2. Repair dredging works. Storage of soil to channel and shore dumps and to a marine landfill. A complex of machines and mechanisms</p>	<p>2.1. Damage to the bottom in areas of the river bed, sea access channel during soil excavation            2.2. Damage to the bottom at the site of the marine landfill            2.3. Occupation of land for coastal dumps            2.4. Soil losses during excavation            2.5. Contact of stacked soil with sea water            2.6. Inflow of return water from coastal landfills            2.7. Noise from the operation of mechanisms            2.8. Emissions into the atmosphere from engine operation</p>
<p>3. A complex of hydrotechnical structures and vessels passing through the fairway</p>	<p>3.1. The slot and dams in the bar zone as delta-forming elements            3.2. Changed morphometric and hydrodynamic parameters of watercourses and bar area            3.3. Waves during the passage of ships            3.4. Arrival of pollutants during accidents            3.5. Introducing new representatives of flora and fauna            3.6. Engine noise            3.7. Emissions of pollutants into the atmosphere</p>

**Table 9.5 – Characterization of the main processes of the influence of DWNF on the environment**

<b>Factors of impact</b>	<b>Influence processes</b>
1.1, 1.2	I Destruction of benthos biocenoses on part of the bottom area
2.1, 2.2	II Changes in the topography of the bottom and shores
1.3, 2.3	III Dredging of soil on the sites between embankment dams
1.4, 2.4	IV Downstream propagation of fine suspension with adsorbed pollutants
1.5, 2.5	V Extermination of benthos organisms at the site of the marine landfill. Periodic entry of suspended and dissolved pollutants and biogenic substances into seawater
1.6, 2.6	VI Arrival of polluting substances in the channel, where storm water and filtration return water are formed on the sites
1.7, 2.7, 3.6	VII Propagation of sound vibrations in the air and water environment during the operation of ship engines and construction mechanisms
1.8, 2.8, 3.7	VIII Increase in the content of nitrogen oxides, soot, hydrocarbons, sulfur dioxide, carbon monoxide in the surface layers of the atmosphere
3.1	IX Changing the natural course of the processes of advancing the sea edge of the delta in the area of the bar
	X Increase in the inflow of salty seawater into the estuarine areas of the channel
3.2	XI Reshaping and emergence of new biotopes with hard and soft substrate
	XII Possible redistribution of water consumption between the arms of the delta, increase in bending and bending phenomena in the channel and its coastal strip
3.3	XIII Possible erosion of nearshore embankments and coastal jetties
3.4	XIV Spread of films of petroleum products in the adjacent sea area, increase in the content of pollutants in seawater
3.5	XV Appearance of new representatives of flora and fauna in the benthos and coastal strip

**Table 9.6 – Characterization of the environmental consequences of the creation and operation of DWNF**

<b>Influence processes</b>	<b>Possible environmental consequences</b>
I	Reduction of primary benthos production. Damage to ichthyofauna due to loss of food base. <i>Zone of influence – sections of the DWNF route subject to the influence of factors 1.1, 1.2, 2.1, 2.2.</i>
II	Intensification of sediment redeposition processes. Redistribution of flow between sleeves. <i>The zone of influence is a system of delta arms.</i>
III	Soil degradation, damage to flora and fauna. <i>Zone of influence - land plots alienated under dumps</i>
IV	Deterioration of water quality, increase in trophicity and deterioration of the oxygen regime in the watercourses of the delta at the place of operation of the dredges and downstream, the possibility of toxic effects on hydrobionts. In the zones of increased turbidity - a decrease in the productivity of phytoplankton and phyto-benthos.

	Damage to ichthyofauna due to loss of food base and toxic effect. <i>The zone of influence is a system of delta arms below the dredging sites.</i>
V	Deterioration of water quality, increase of trophicity and deterioration of the oxygen regime of the adjacent part of the sea water area, possible toxic effect on hydrobionts. In the zones of increased turbidity - a decrease in the productivity of phytoplankton and phytobenthos. Damage to ichthyofauna due to loss of feed base and toxic effects. <i>The zone of influence is the adjacent part of the sea delta</i>
VI	Deterioration of the quality of ground and surface waters. <i>The zone of influence is the coastal strip.</i> An increase in the level of trophicity and a deterioration of the oxygen regime in the watercourses of the delta below the dumps, the possibility of a toxic effect on hydrobionts. <i>The zone of influence is a system of delta arms below the dumps.</i>
VII	Deterioration of living conditions of the population and deterrent effect on animals. <i>The zone of influence is coastal strips of watercourses along the route, areas near the places of operation of mechanisms and watercraft.</i>
VIII	Deterioration of the living conditions of the population, deterioration of plant growth conditions and the existence of animal populations. <i>The zone of influence is the territories near the places of work of mechanisms and vessels used in dredging and hydrotechnical construction, coastal strips of watercourses along the DWNF route.</i>
IX	Probability of loss of safe nesting sites of protected bird species, disruption of feeding migrations of fish and spawning grounds along the shores <i>The zone of influence is the coastal areas of the delta.</i>
X	Probability of degradation of the existing and formation of a new complex of benthic organisms. Escape of rare and endemic fish. <i>The zone of influence is the section of the channel adjacent to the sea edge of the delta.</i>
XI	Increase in species diversity and benthos biomass due to the development of fouling biocenoses. <i>Impact zone - areas of hydrotechnical structures with stone and rubble fallout.</i>
XII	Increase in water exchange and water level fluctuations in the coastal strip. <i>The zone of influence is the coastal strip.</i>
XIII	Changing the water regime floated. Loss of places of growth of ecotone flora and habitats of fauna species that are valuable and protected. <i>The zone of influence is the thrust shafts and the adjacent area of the flats.</i>
XIV	Deterioration of water quality, increase in trophicity and deterioration of the oxygen regime in watercourses downstream, the possibility of toxic effects on hydrobionts and biota near channel shafts. <i>The area of influence is the system of sleeves below the accident site, in case of major accidents, the adjacent areas of the coast and the coastal strip of the sea edge of the delta.</i>
XV	Undesirable changes in the structure of aquatic and terrestrial biocenoses, displacement of species that are valuable and protected, worsening of the parasitological situation are possible. <i>The zone of influence is the channel of the sleeve and adjacent areas of the flood plains.</i>

**Table 9.7 – Distribution of possible environmental consequences of exposure by components of the natural environment**

<b>Environment</b>	<b>Possible environmental consequences</b>
Geological	<ul style="list-style-type: none"> <li>- changes in the topography of the bottom and shores;</li> <li>- intensification of sediment redeposition processes;</li> <li>- redistribution of dragged sediment flows between sleeves;</li> <li>- erosion of certain areas of the shores along the DWNF route due to the formation of waves from passing ships;</li> <li>- changes in the water regime of the delta islands;</li> <li>- changes in delta evolution processes.</li> </ul>

Watery	<ul style="list-style-type: none"> <li>- an increase in costs for the delta arms included in the DWNF route;</li> <li>- changes in the field of current velocities in the bar part of the DWNF route,</li> <li>- penetration of seawater into the sleeve;</li> <li>- changes in environmental conditions in certain sections of the sleeves due to the appearance of solid substrates;</li> <li>- temporary reduction of the self-cleaning capacity of the river ecosystem, deterioration of water quality and oxygen regime in the places where dredgers work and downstream, in the area of the sea water area adjacent to the soil dumping site, below the accident site - in the event of an accident with passing ships;</li> <li>- deterioration of the quality of ground and surface waters in the places where bottom sediments are dumped.</li> </ul>
Aerial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- noise and gas-aerosol emissions of harmful substances during the operation of ship engines, construction mechanisms and auxiliary floating equipment, as well as during accidents accompanied by fires or explosions on passing ships (stationary sources of atmospheric pollution are absent both during construction and during operation ).</li> </ul>
Soil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- changes in soil properties within specially designated land plots under the bottom sediment dumps that are removed.</li> </ul>

### **9.3 List of possible transboundary impacts of DWNF on the environment in accordance with the conclusions of the Commission on the request, selection of key factors of impacts in the transboundary context**

The main result of the Commission's work on the request was the substantiation of the list and determination of the probability and significance of possible transboundary impacts of DWNF [7]. Below is a list of possible transboundary impacts considered by the commission, in which they are grouped according to the degree of their probability, significance and sufficiency of the data obtained, which makes it possible to single out the most significant transboundary impacts and to focus on them when conducting studies of the impacts of the DWNF in accordance with the planned activities for its reconstruction .

#### **1) *Probable significant* negative cross-border impacts:**

- (1) the impact of dredging operations on the distribution of water flows between the Bystre and Starostambulskyi arms and on the water level dynamics along the Bystre arm, which leads to the loss of water areas used by fish for spawning and development of young and birds for nesting and feeding;
- (2) the impact of loss of fish and bird habitat as a result of soil dumping, dredging, and the creation of shoreline protection structures;

- (3) the effects of increased suspended solids concentrations downstream of dredging sites on fish;
- (4) impacts on seawater turbidity resulting from dumping at a marine landfill by alongshore meridional currents;
- (5) long-term impediments to restoration of bottom areas disturbed for fish use by repetitive operational dredging;
- (6) cumulative impacts of shipping, habitat loss, and/or disturbance on fish and bird life that are significant in scale and long-term.

**2) *Unlikely significant (unconfirmed)* negative cross-border impacts:**

- (7) the impact of increased saltwater intrusion into the Bystre arm;
- (8) the effect of dredging and the construction of a protective dam on the migratory behaviour of sturgeon and herring.

**3) *Unbelievably significant* cross-border impacts:**

- (9) large-scale and long-term impact of dredging operations on hydromorphological processes
- (10) the impact of dredging operations on the distribution of costs and, accordingly, on the dynamics of levels between the Kiliyskyi and Tulchynskyi arms;
- (11) impact of dredging operations on the bar of the Bystre arm;
- (12) impact of dredging operations on increased concentrations of biogenic substances;
- (13) the impact of toxic pollution from bottom sediments;
- (14) impact of general increases in biogenic matter, heavy metals, and organic micropollutants;
- (15) impact from fish entrainment;
- (16) impact of the Black Sea landfill on fish.

**4) *Probable* negative cross-border impacts, but *there is not enough information to judge their significance*:**

- (17) impact of dredging operations on river and sea water turbidity;
- (18) the impact on the morphology of the coast of Romania between the Kiliya and Sulin branches as a result of the construction of a protective dam and operational dredging on the bar of the Bystre arm;
- (19) impact of shipping on fish and bird life;
- (20) impact of increased suspended solids at and near dredging sites;
- (21) effects on fish migration that pass through dredging sites or through



transboundary habitats altered as a result;

- (22) the impact of changes in bottom and shore morphology as a result of dredging operations and coastal protection measures, which lead to unification of conditions and habitat degradation;
- (23) the impact of the landfill in the Black Sea on the benthic fauna around the landfill due to the increase in the concentration and distribution of suspended solids, the loss of habitats and the destruction of organisms that constitute the food base of fish.

5) *Unbelievable* cross-border influences, but with *insufficient information to judge significance*:

- (24) the presence of toxic concentrations of zinc and copper.

#### **9.4 Results of studies of the influence of the configurations of the dams of the sea approach channel during the reconstruction of the DWNF on the redistribution of the flow between the arms of the Danube delta**

##### *Dam configurations and inputs to the hydrographic characteristics of the delta used for modelling*

The boundaries of the zone of two-dimensional modelling of the influence of the construction and operation of the sea approach channel and enclosing dams on the structure of currents, the distribution of water flows, and the dynamics of water levels in the arms of the Bystre and Starostambulskyi are shown in Figure 9.9. .



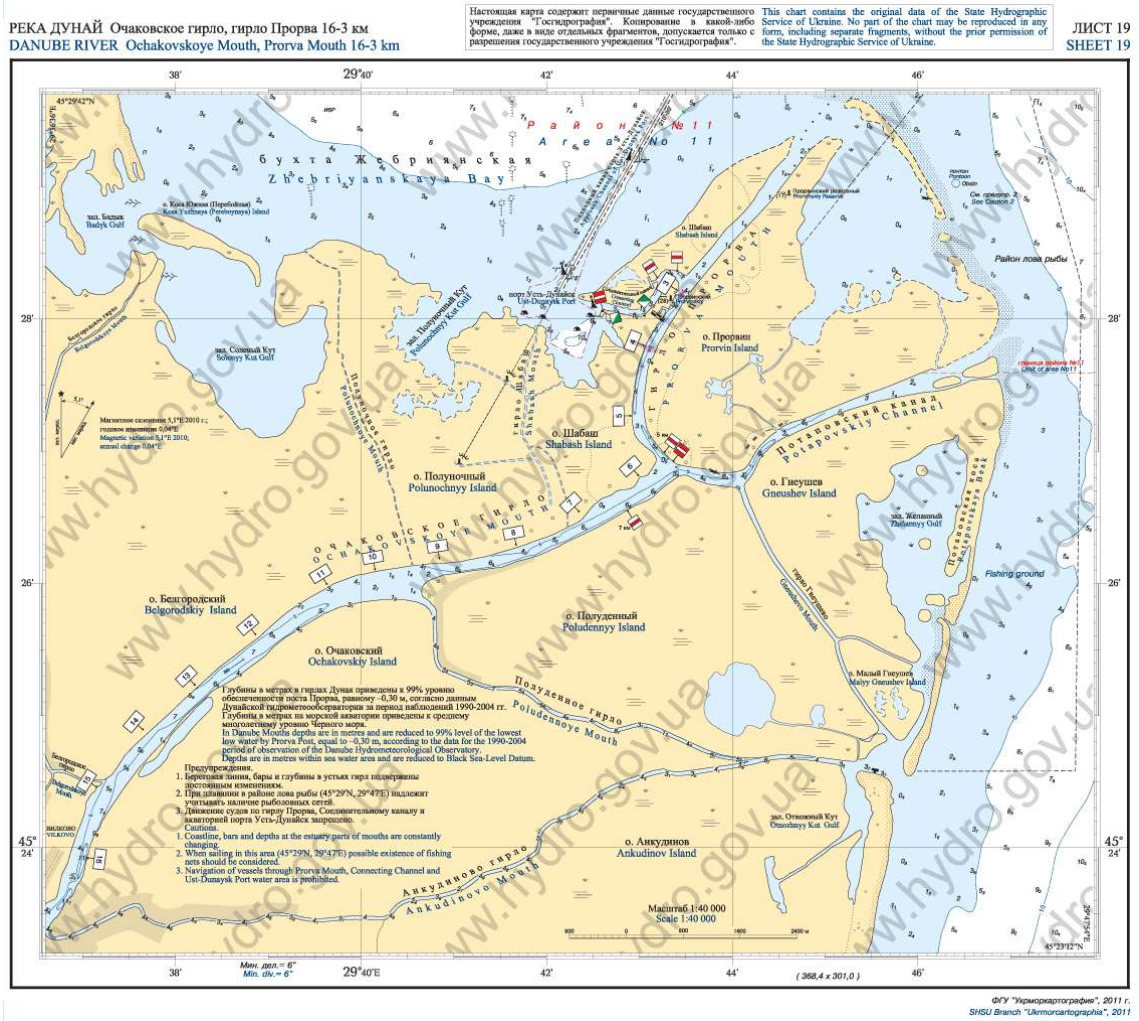
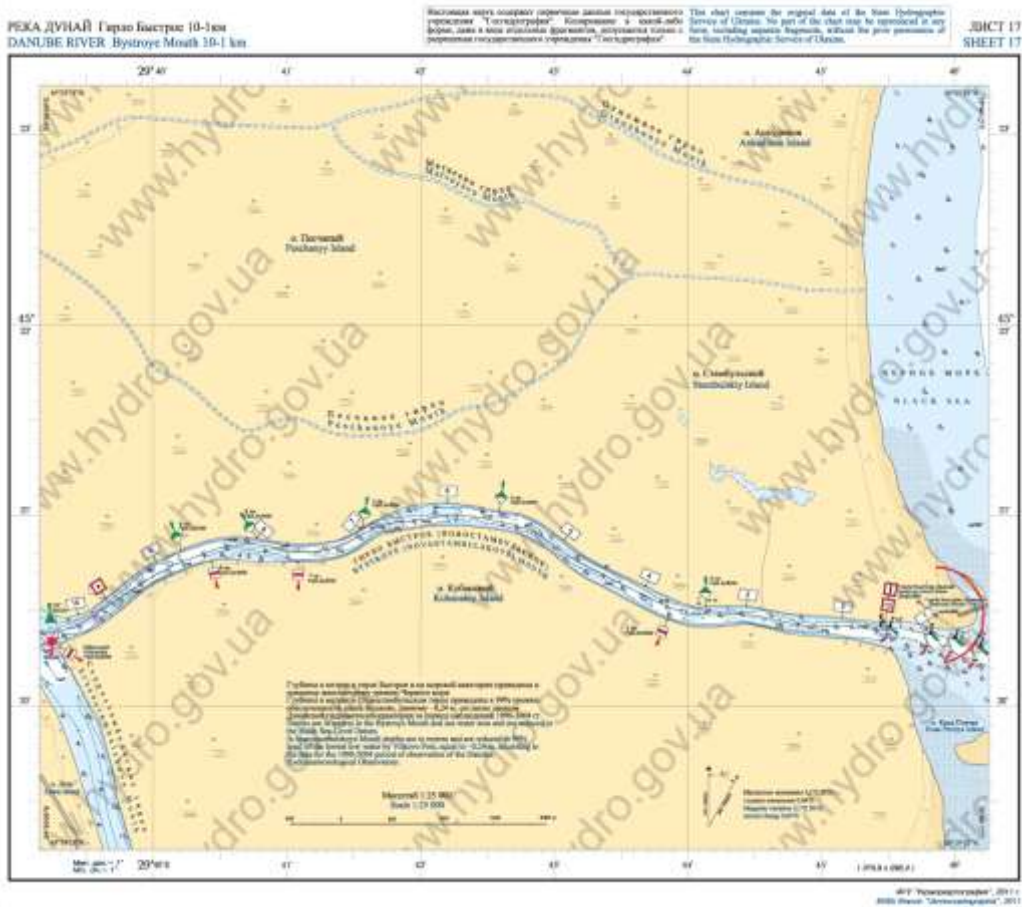
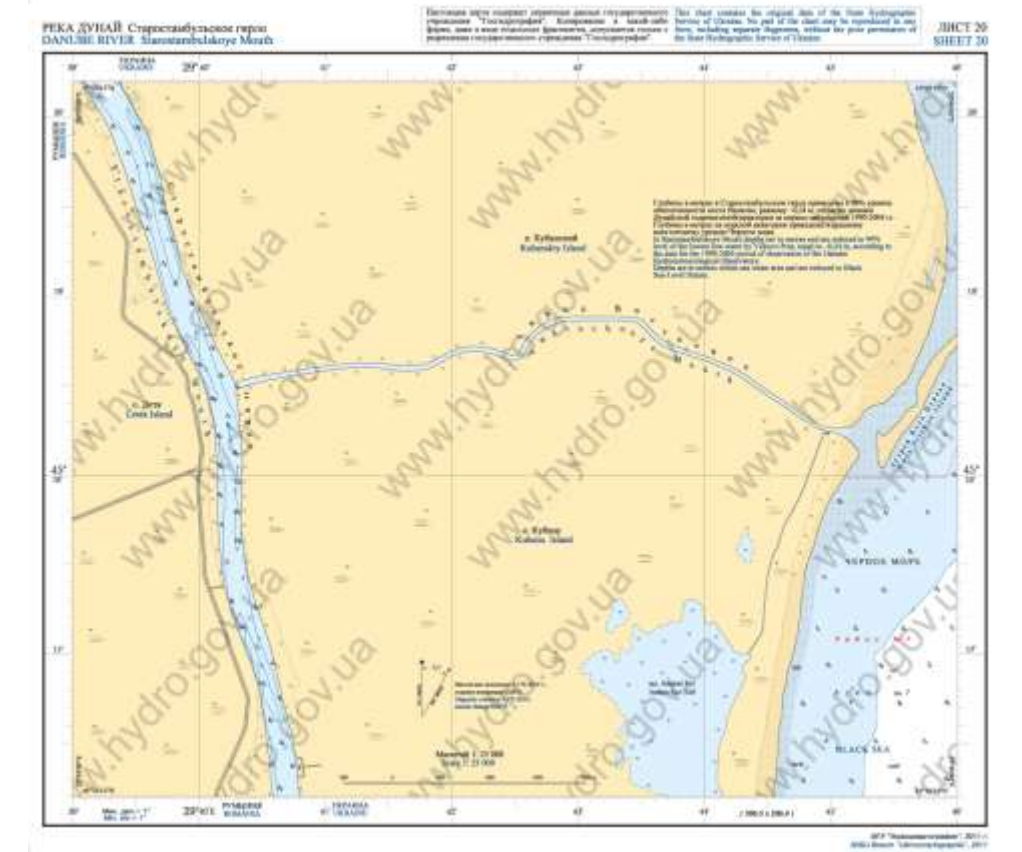


Figure 9.10 F Navigation maps of the Ukrainian part of the Kiliya arm of the Danube Delta.

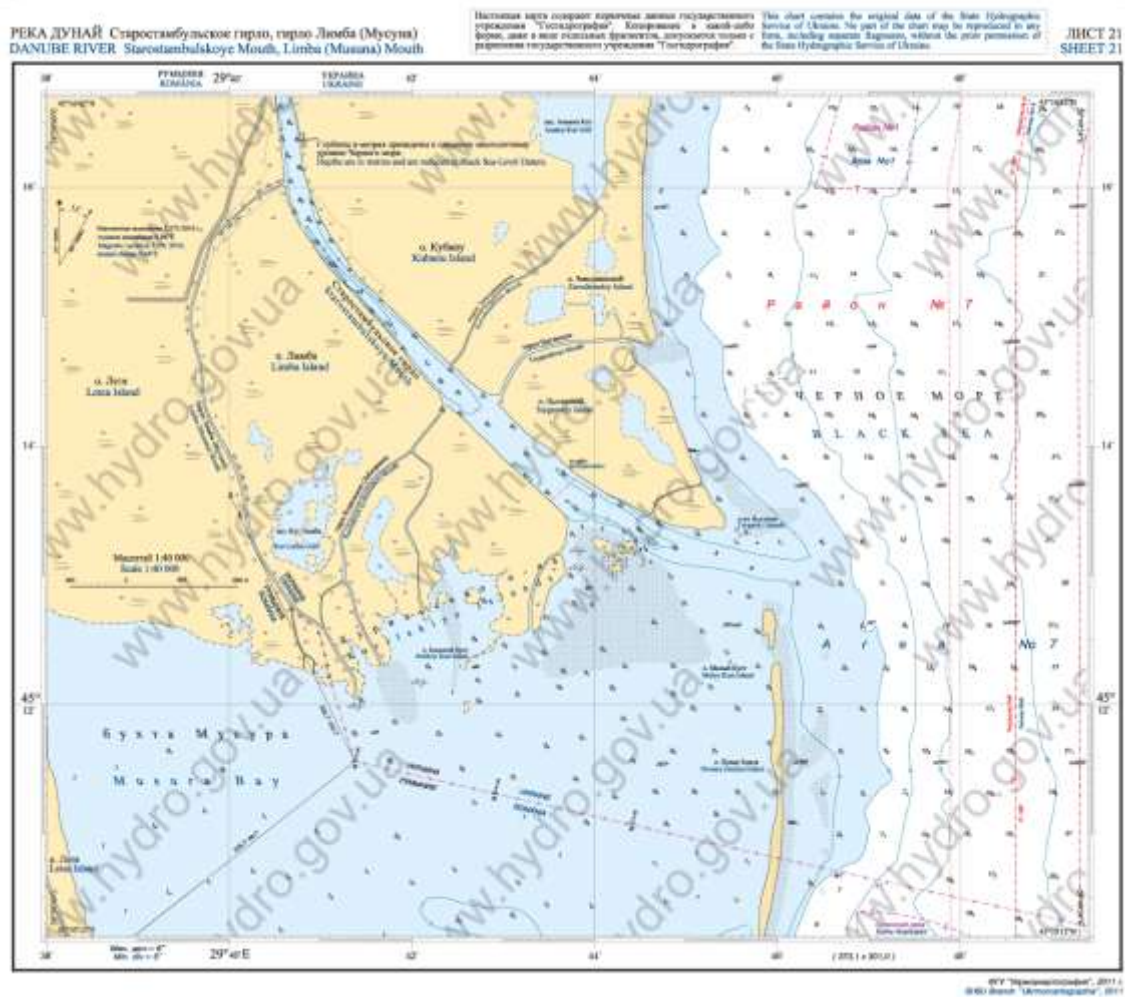






Figures 9.10 (G and D) Navigation maps of the Ukrainian part of the Kiliya arm of the Danube Delta.



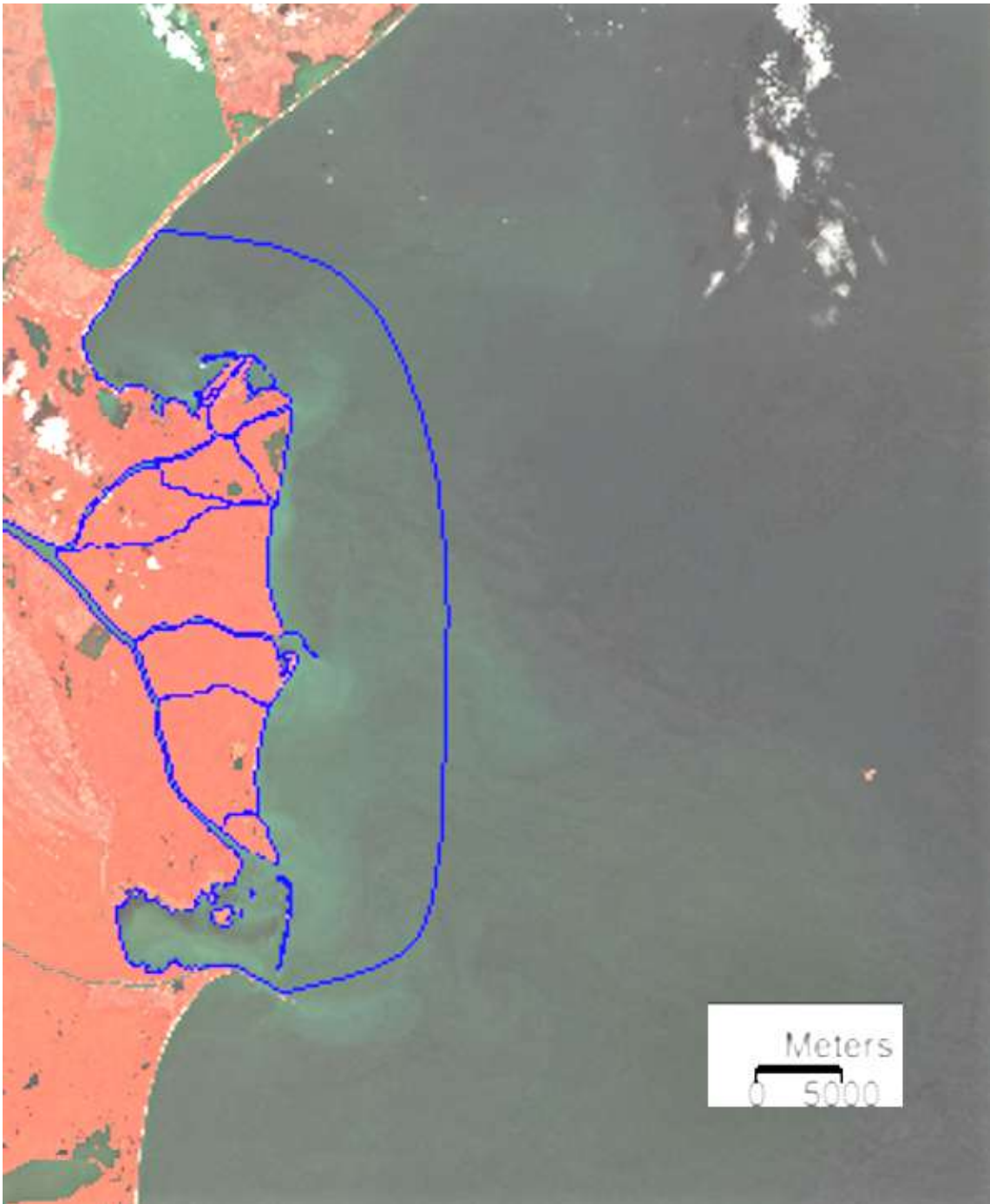


**Figure 9.10 E Navigation maps of the Ukrainian part of the Kiliya arm of the Danube Delta.**

Along the Kiliyskyi arm, the Bystre arm and on the bar at the mouth of the Bystre arm, the bathymetry was supplemented by measurements made by the Delta-Lotsman branch in 2016, 2018 and 2019.

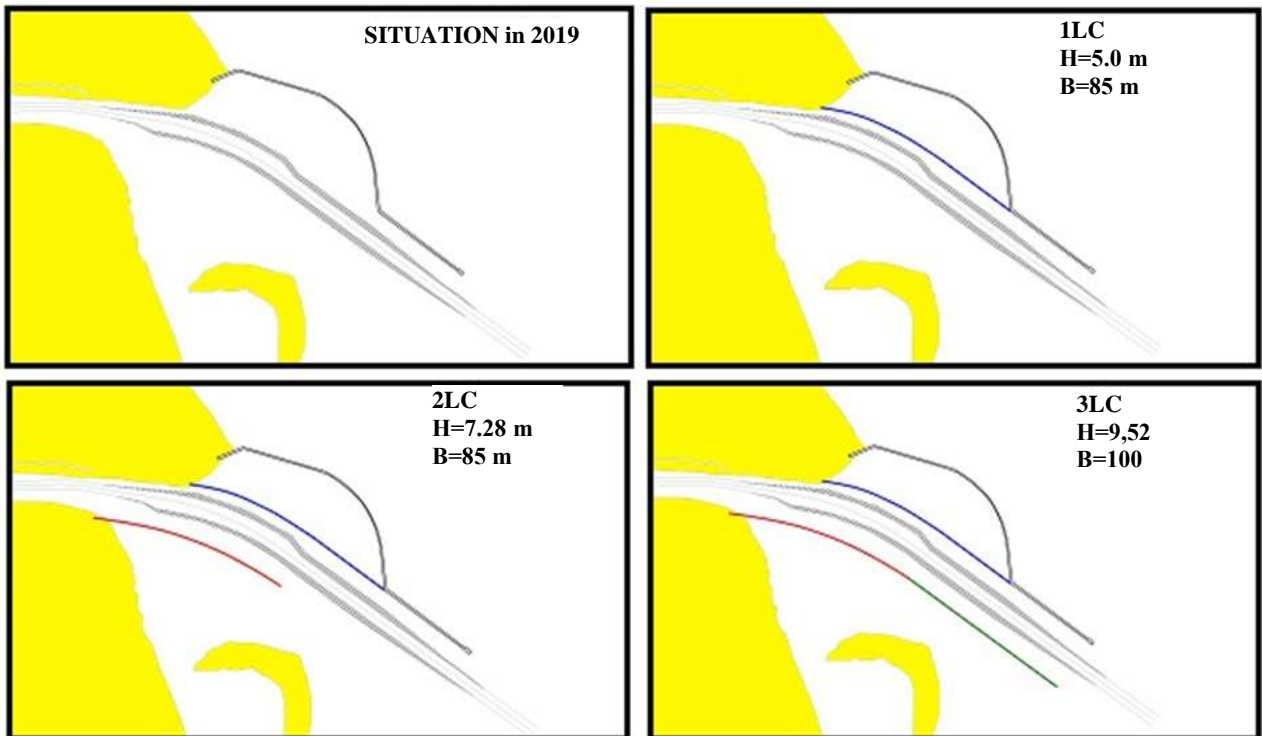
The combined bathymetry was brought to the Baltic system of heights.

The boundaries of the modelling area coincide with the coastline of rivers and sea coasts. The coastline was built on the basis of digitized navigation maps and refined according to the Sentinel-2 satellite image of the Ukrainian part of the Kiliya arm of the Danube Delta dated August 15, 2020 (Fig. 9.11). The image is a combination of near-infrared, red and green channels, has a resolution of 10 m, so it clearly shows the boundary between land and water.



**Figure 9.11 Sentinel-2 satellite image from 08/15/2020 of the Ukrainian part of the Kiliya arm of the Danube Delta. The image is a combination of near infrared, red and green channels. The border of the two-dimensional modelling area is shown by a blue line. Projection UTM35, EPSG: 32635.**

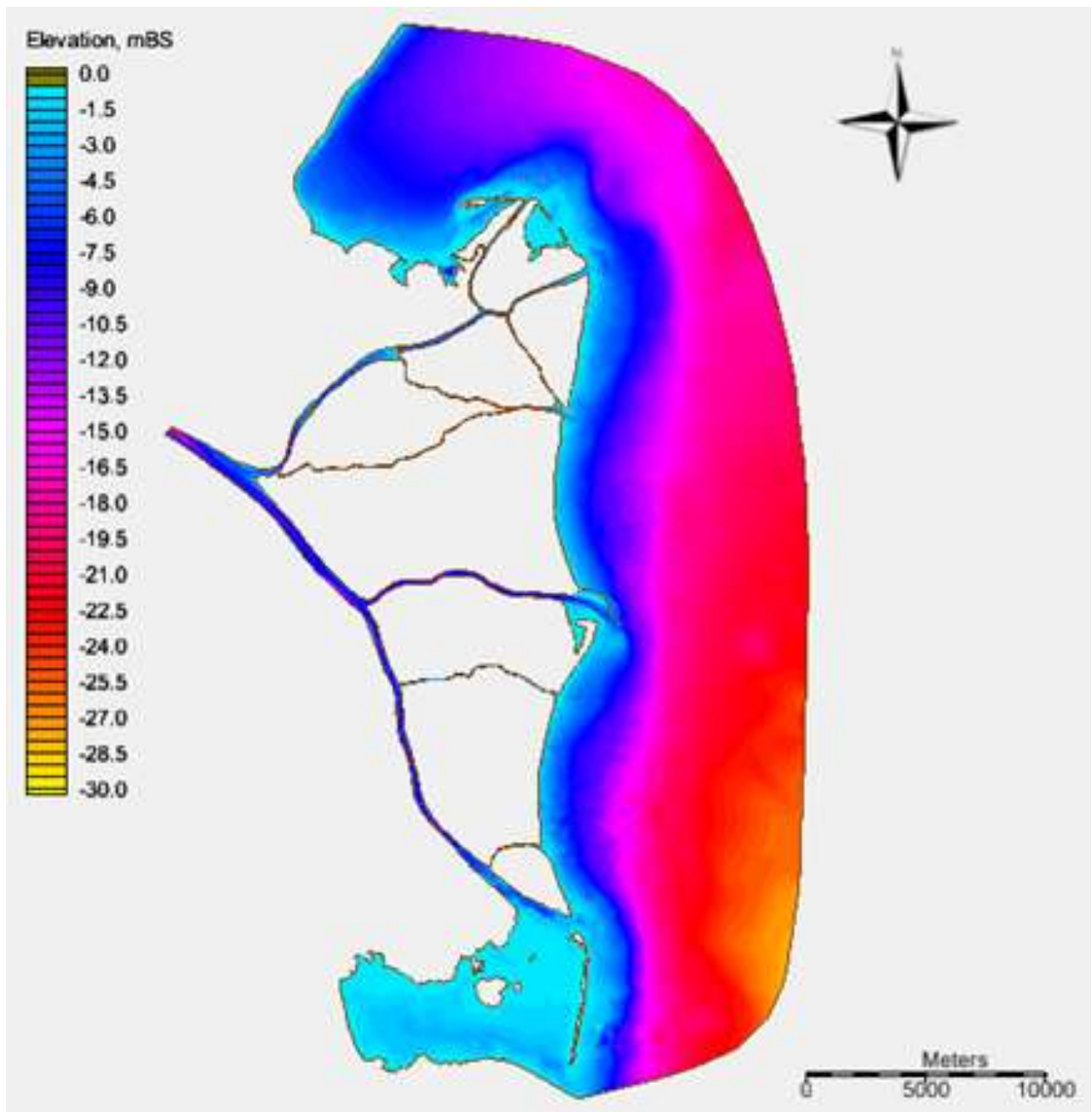
The layout of the enclosing dam of the sea approach channel (SAC) of the DWNF Danube river -Black Sea, which currently exists on the navigation chart. Fig. 9.10 (B) The designed layout of the MPH dams after the implementation of the planned 1st launch complex (1LC), 2nd launch complex (2LC) , and the last stage of the construction of the 3rd launch complex (3LC) are schematically presented in Figure 9.12



**Figure 9.12 Schemes of the designed layout of the SAC dams after the implementation of the planned 1 LC, 2 LC and 3 LC in comparison with the existing layout of the dam (see Fig. 9.10)**

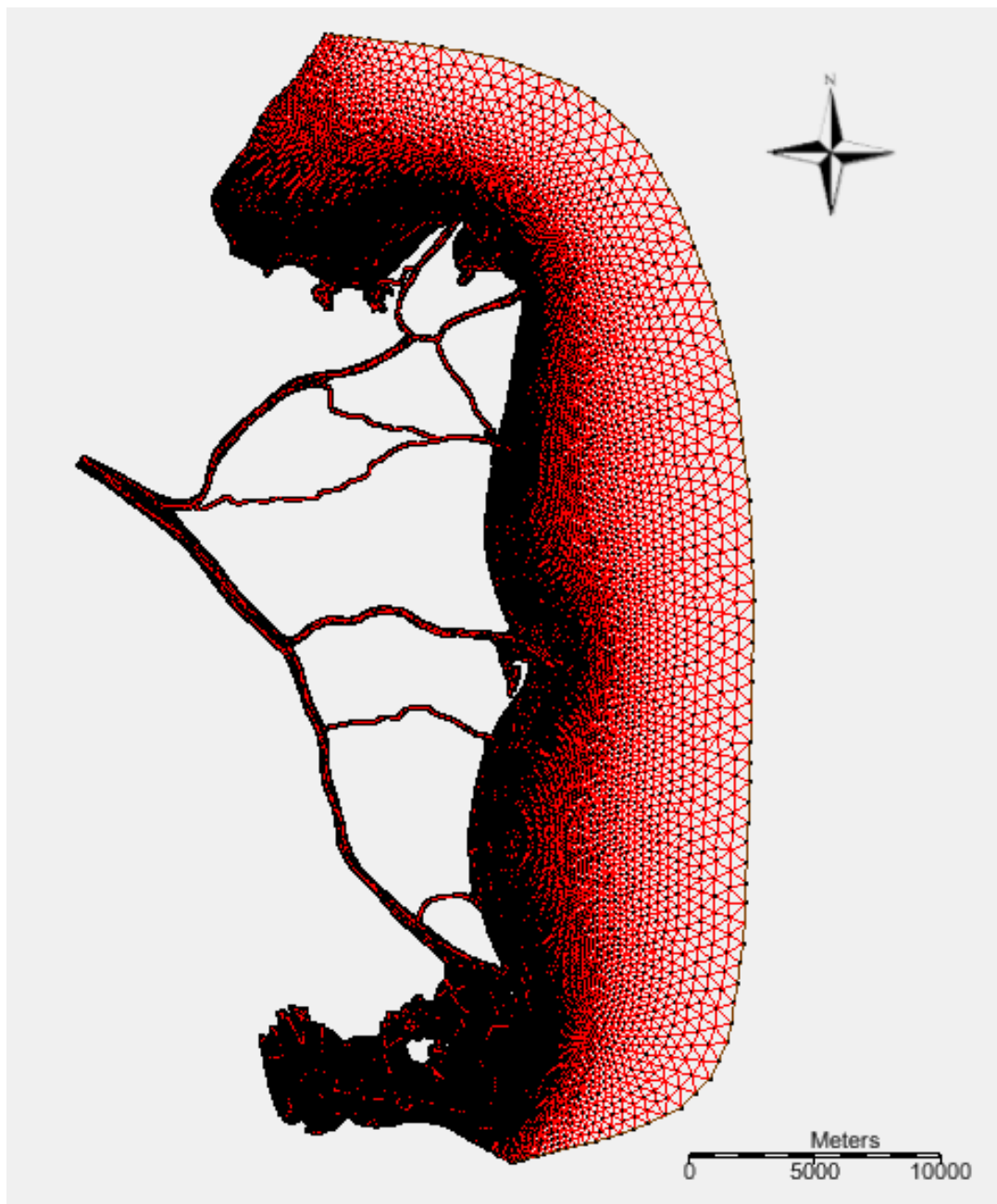
Digitized depth maps of the sea and river part of the DWNF within the modeling water area presented in Fig. 9.11 were used to construct the calculation grid of the two-dimensional grid of the COASTOX model presented in Section 6.5 of the EIA report. The calculation grid is built on the basis of the depth field, because to ensure the accuracy of calculations, the size of the cells of the calculation grid must decrease in proportion to the increase in depth gradients. After constructing the calculation grid, depths from the digital depth map are interpolated into its nodes. The thus constructed depth map on the grid is presented in Figure 9. 13.





**Figure 9.13** Depths on the calculation grid of the area of two-dimensional modelling. Baltic system of heights. Current state of SAC. Projection UTM35, EPSG: 32635.

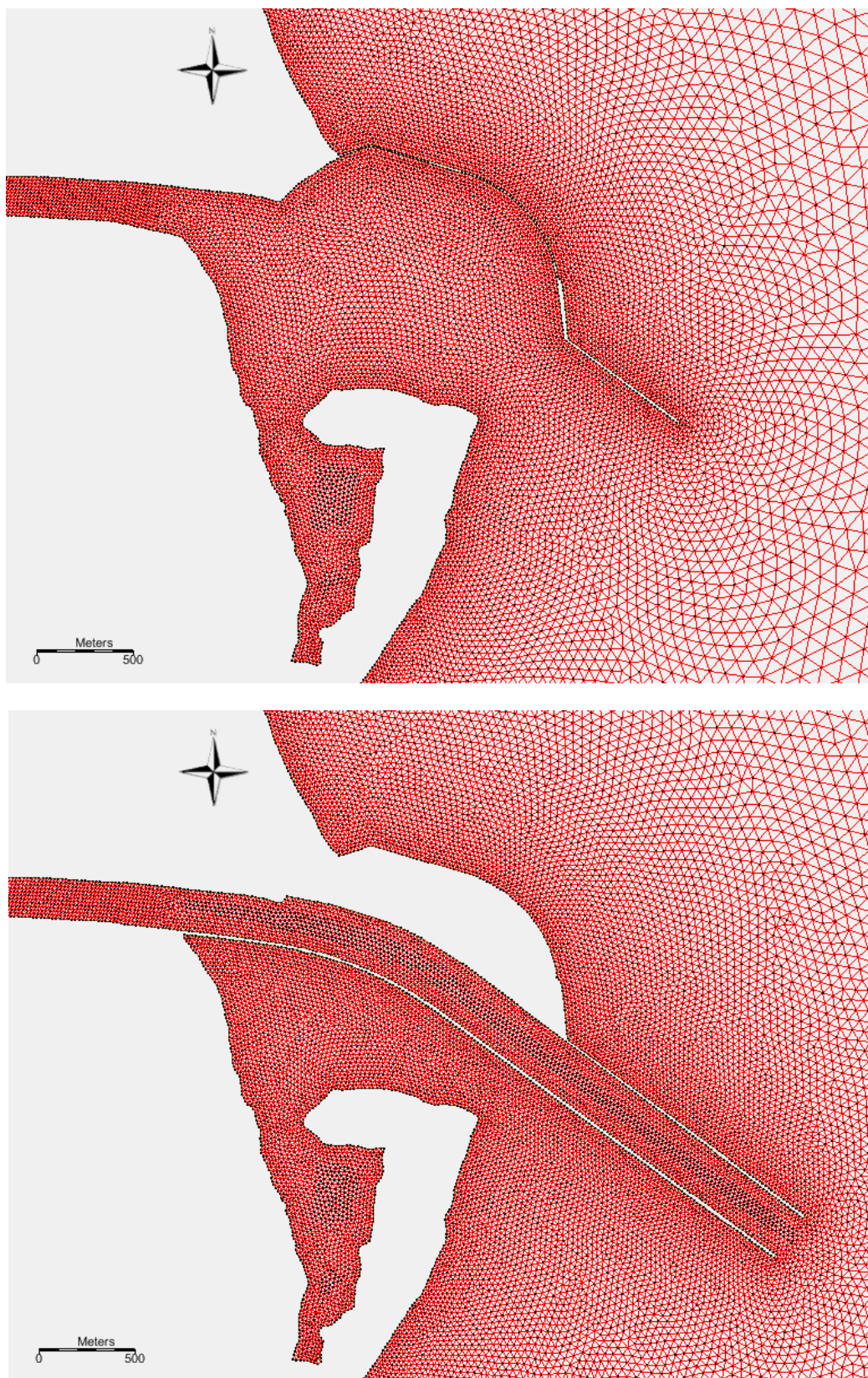
The constructed calculation grid of the model for the current state of the SAC is presented in Figure 9.14.



**Figure 9.14. Calculation grid of the area of two-dimensional modelling. Current state. General appearance. Projection UTM35, EPSG: 32635.**

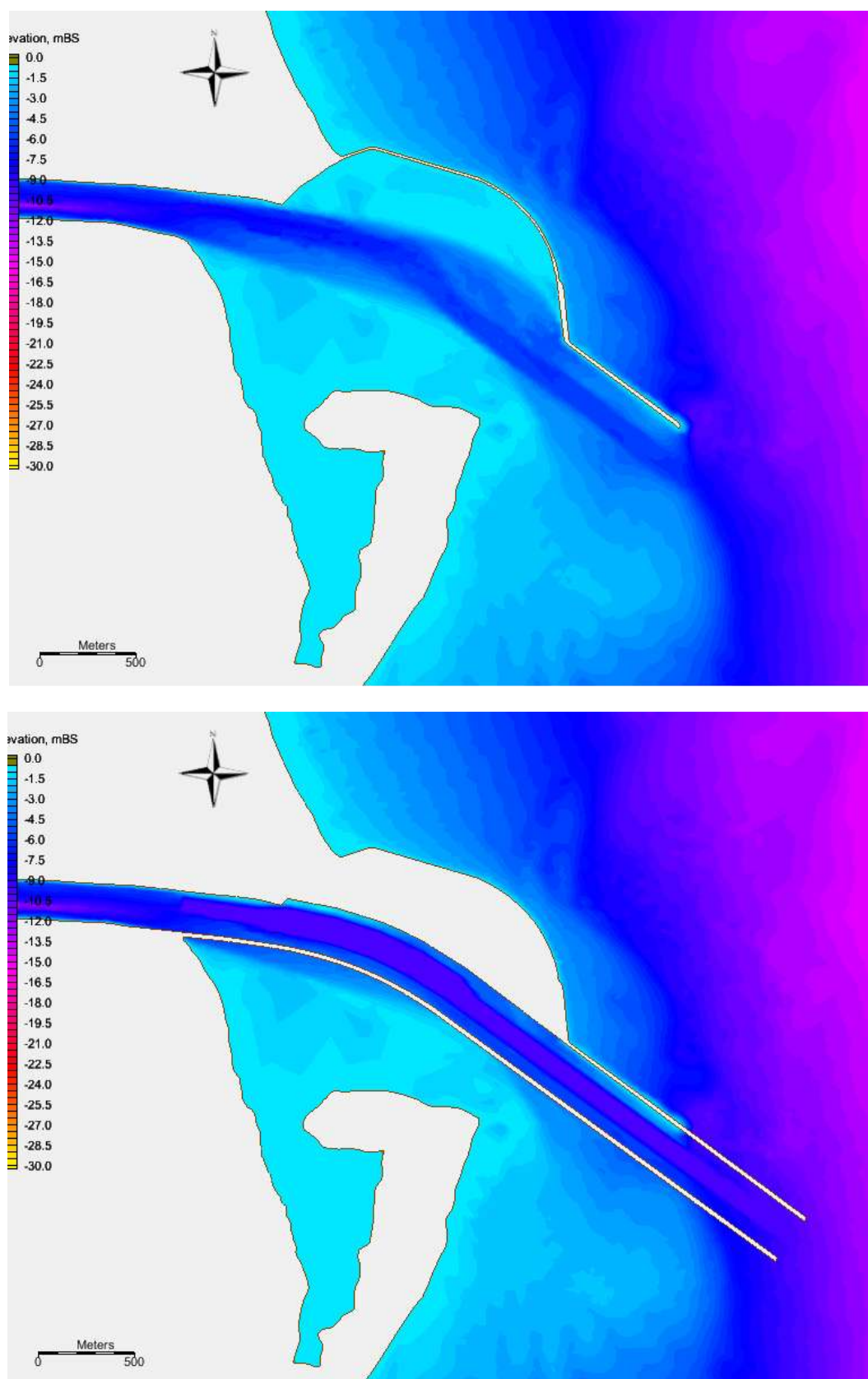
Figure 9.15 shows how the calculation grid was modified to adapt to the depth field near the SAC for the barrier dams at the mouth of the Bystre arm for the existing condition and the barrier dams and the 3rd stage of construction - full development dams with an approach channel.

For the calculation grid of the 3rd stage of construction - a dam of full development with an approach channel, an approach channel with a depth of 10 m in the Baltic system of heights was built into the bathymetry. A comparison of the depth field in the layout of LC 3 with the existing depth field is presented in Figure 9.16.



**Figure 9.15. Calculation grid of the area of two-dimensional modelling. The area of the barrier dams at the mouth of the Bystre arm. The current state and the 3rd stage of construction - dams of full development with an approach channel. Projection UTM35, EPSG: 32635.**





**Figure 9.16. Depths on the calculation grid of the area of two-dimensional modelling. The area of the barrier dams at the mouth of the Bystre arm. Baltic system of heights. The current state and the 3rd stage of construction - dams of full development with an approach channel. Projection UTM35, EPSG: 32635.**

### *Results of prognostic modelling*

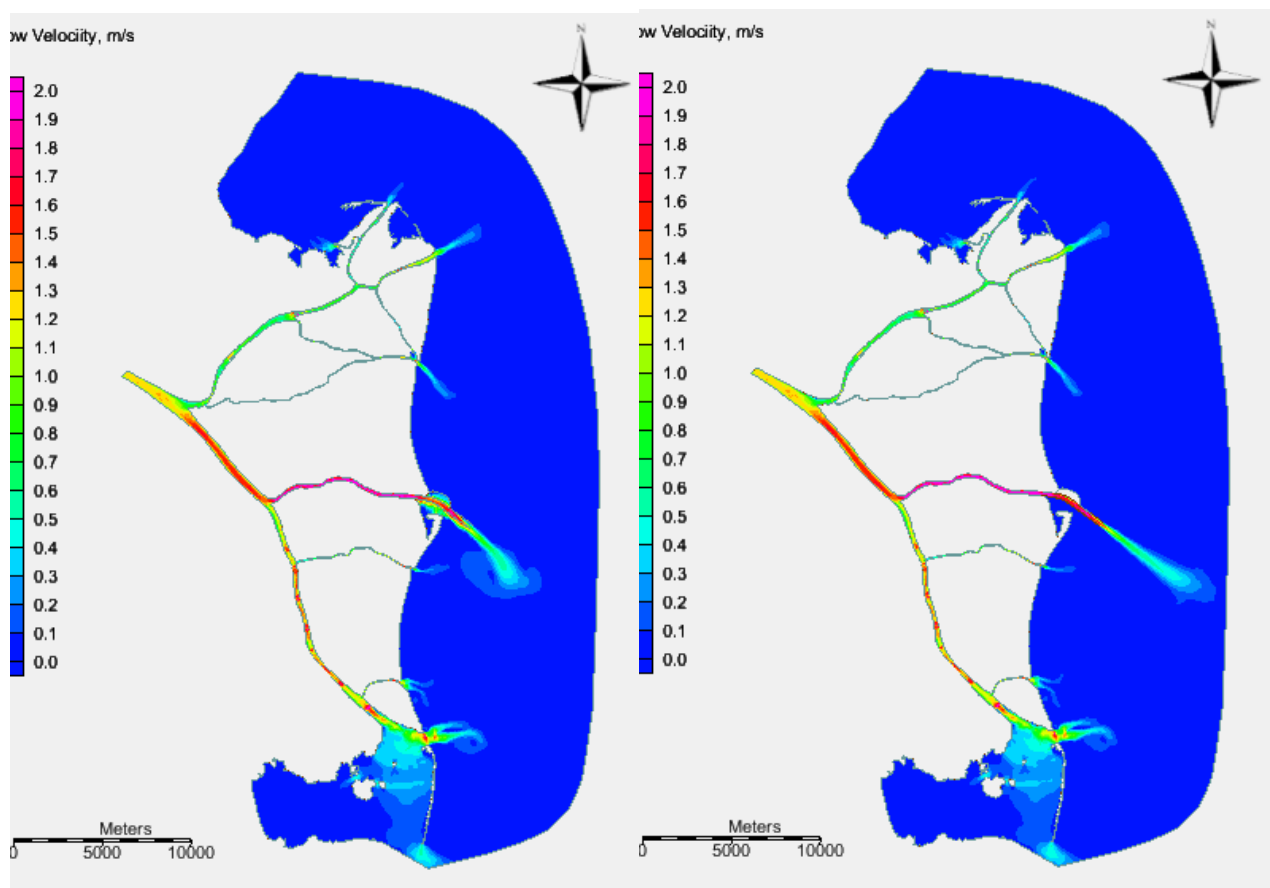
After preparation of the input conformation presented in 9.4.1 for modelling, forecasting of the impact of the 3LC enclosing dams on the distribution of water flows between the Bystre and Starostambulskyi arms and the water level in the Starostambulskyi arm for the hydrological regime of the river was carried out. The Danube with the flow of water from the Kiliya mouth in Vylkove  $6000 \text{ m}^3/\text{c}$ .

The Manning roughness coefficient was set equal to 0.0125 for the entire simulation area.

At the open border in the Black Sea, a constant water level was established, equal to -0.24 m in the Baltic system of heights.

Graphically, the simulation results are presented in fig. 9.17 -9.20 .

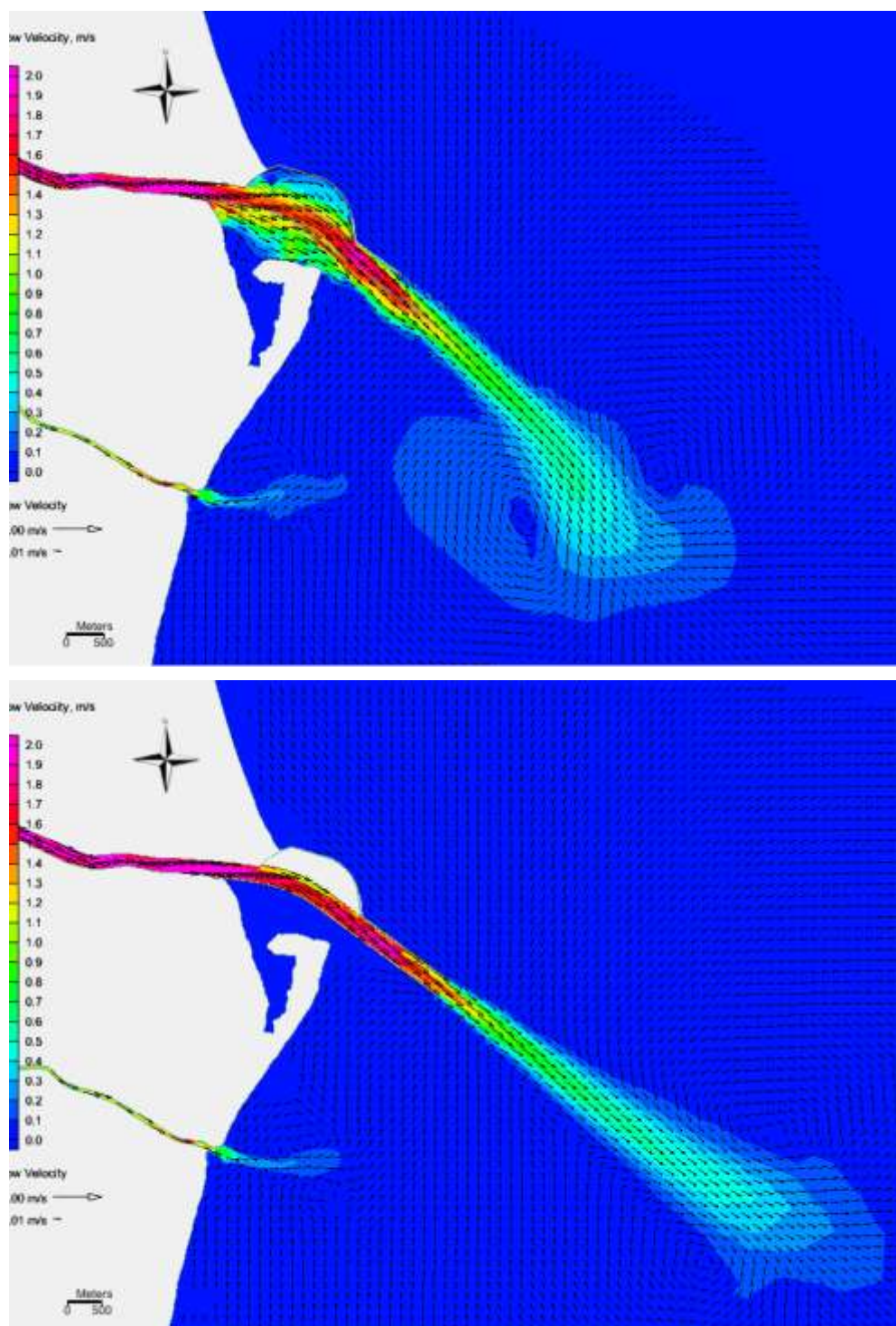
In fig. 9.17 for the study area, the distribution of currents for the current state of barrier dams and the 3rd stage of construction - full development dams with an approach channel are compared.



**Figure 9.17** Distribution of currents in the area of two-dimensional modelling for a constant flow rate of  $6000 \text{ m}^3/\text{s}$  in the Kiliya arm in the area of Vylkove. Current state (left) – with one containment dam and PC 3 reconstruction of the DWNF (right) UTM35 projection, EPSG: 32635.

In fig. 9.18 presents a comparison of the distribution of currents for the area of the sea

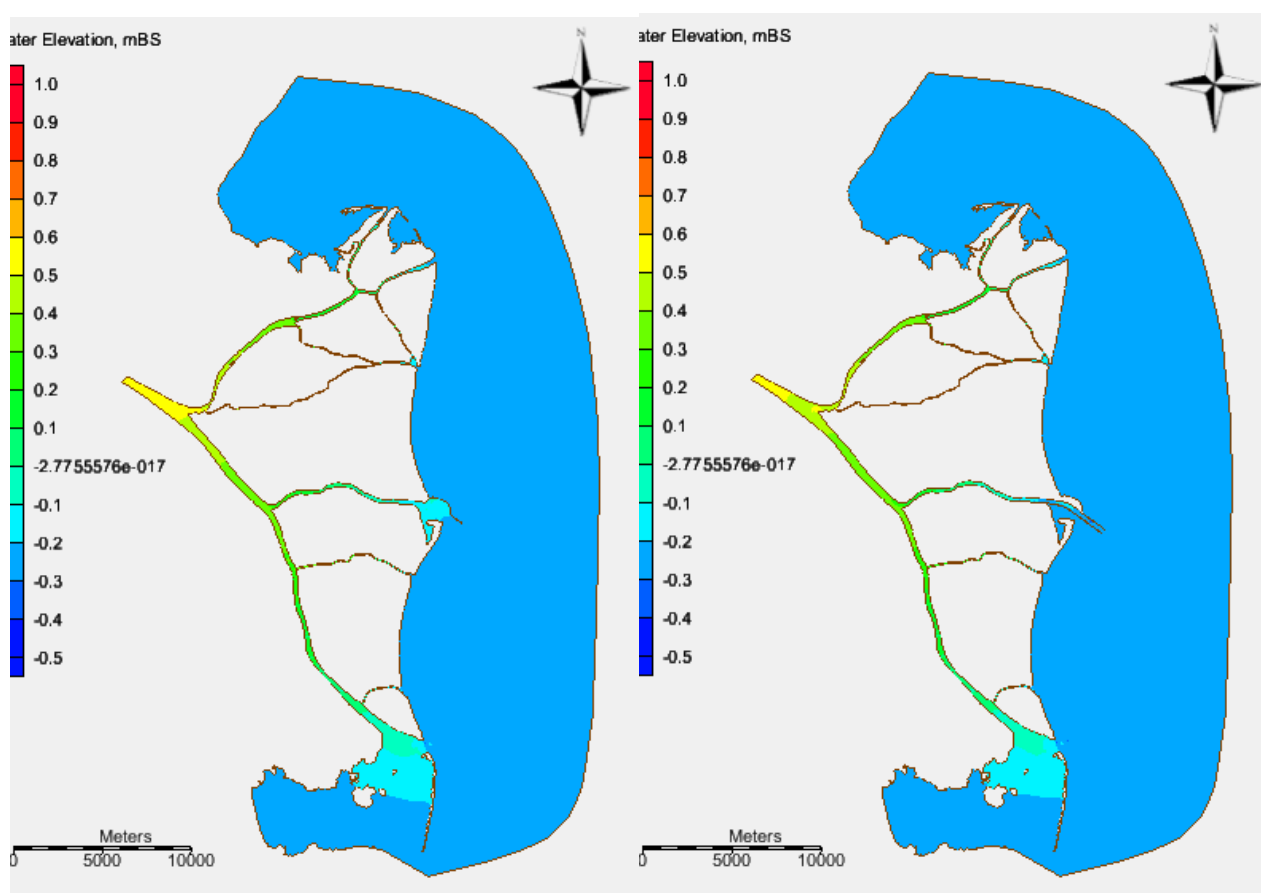
approach channel at the mouth of the Bystre arm for the current state and LC 3.



**Figure 9.18. Distribution of currents in the area of two-dimensional modelling for a steady flow of 6000 m<sup>3</sup>/s in the Kiliya arm in the area of Vylkove. The area of the barrier dams at the mouth of the Bystre arm. The current state and the 3rd stage of construction - dams of full development with an approach channel. Projection UTM35, EPSG: 32635.**

Figure 9.19 compares the water levels for the current state of the barrier dams and the 3rd

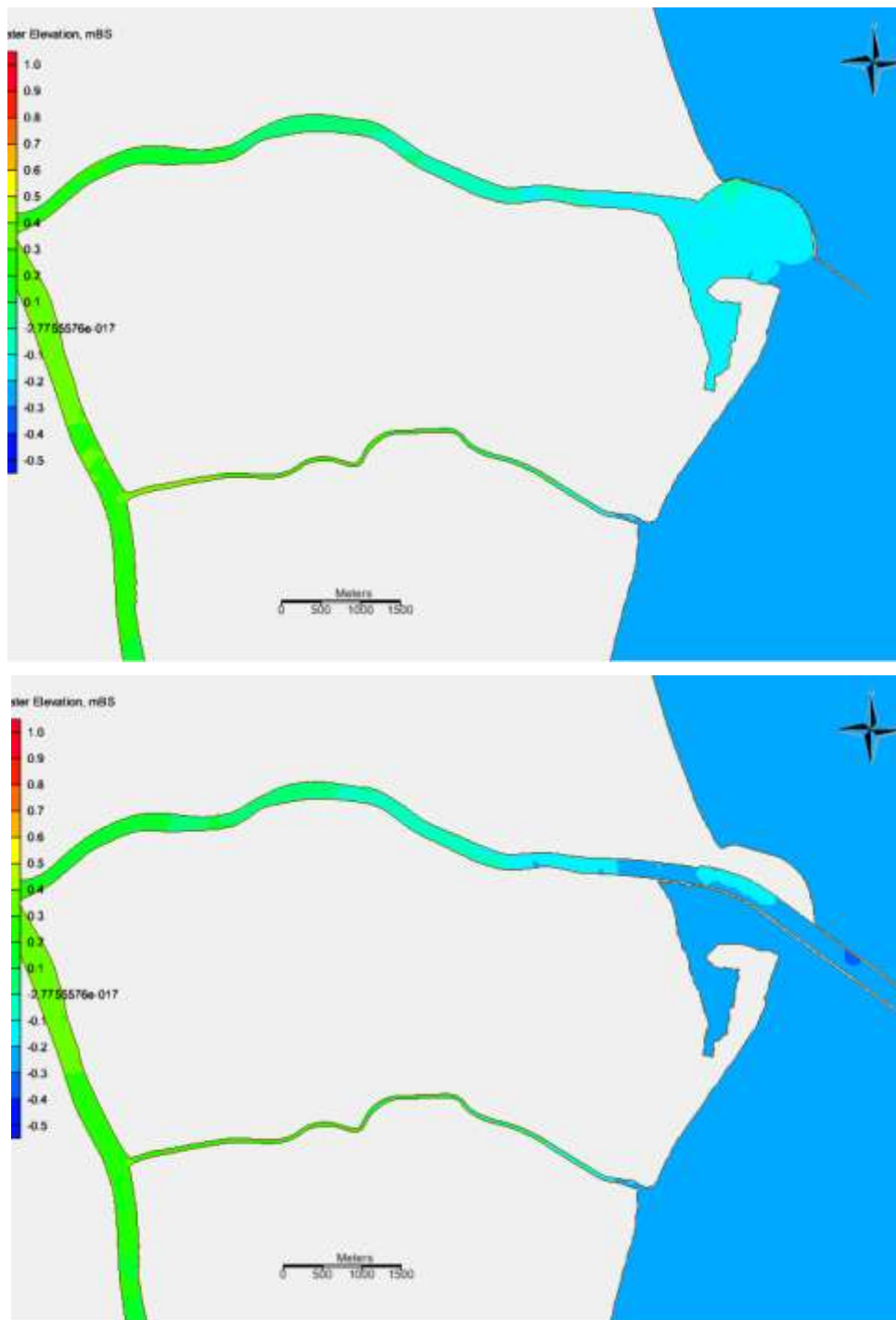
stage of construction - full development dams with an approach channel - for the general study area.



**Figure 9.19. Water levels in the area of two-dimensional modelling for a steady flow of 6,000 m<sup>3</sup>/s in the Kiliya arm in the area of Vylkove. Baltic system of heights. General appearance. The current state and PC 3 of the reconstruction of the DWNF. Projection UTM35, EPSG: 32635.**

Figure 9.20 shows a comparison of water levels in the Bystre arm and in the area of the barrier dams at the mouth of the Bystre arm for the current state of the barrier dams and the 3rd stage of construction - fully developed dams with an approach channel.





**Figure 9.20 . Water levels in the area of two-dimensional modelling for a steady flow of 6,000 m<sup>3</sup>/s in the Kiliya arm in the area of Vylkove. Baltic system of heights. The area of the Bystre arm and the enclosing dams at the mouth of the arm. The current state and the 3rd stage of construction - dams of full development with an approach channel. Projection UTM35, EPSG: 32635.**

Table 9.8 shows the flow of water in the Bystre and Starostambulskyi arms after the completion of LC 3 (construction of compression dams and deepening of the SAC) compared to the current state (the presence of the northern enclosing dam for the hydrological regime with water flow of the Kiliyskyi mouth in the area of Vylkove 6000 m<sup>3</sup>/c.



**Table 9.8. Water consumption in the Bystre and Starostambulskyi arms for the current state of the enclosing dam and the completion of the reconstruction of the water supply system (deepening of the SAC to a depth of 10 m and compression dams) for the hydrological regime with the water consumption of the Kiliya mouth in the area of Vylkove 6000 m<sup>3</sup>/c.**

	Starostambulskyi (10 km)			Bystre		
	current state	LC 3	difference	current state	LC 3	difference
<b>Exes m<sup>3</sup>/c</b>	2274	2219	-55	2814	2888	74

For the selected hydrological regime, the relative change in flow rates in the Starostambulskyi and Bystre arms after the completion of the reconstruction of the DWNF will be -2.4 and 2.6%, respectively.

Such flow changes are in ranges smaller than the accuracy of water flow measurements in river systems, and such a minor redistribution of flow cannot affect the state of the hydro-ecological system of the Danube delta. At the next stages of the work, these results will be supplemented with calculations for the intermediate 1st and 2nd launch complexes, as well as for other hydrological regimes, but the already obtained results allow us to conclude that the reconstruction of the DWNF will not lead to a significant redistribution of flow in the delta arms.

#### **9.5 Simulation results of the spread of a patch of increased turbidity from dumping on a sea dump of soil under the action of along-shore southerly currents**

##### *The results of model studies of the spread towards Romania of a patch of increased water turbidity, formed during continuous soil storage*

It is believed that the process of dumping on a marine slurry dump (MSD) takes place within a certain period of time, namely 30 days. Table 9.9 shows the data used by the Commission's expert on the request, on the volumes of dredging soils that are accumulated, which allow to calculate the average intensity of dumping during the period of reconstruction of the sea approach channel (SAC), which is about 500 kg/s.

The simulation was carried out with the following parameters: continuous discharge of silts with a size of 0.005 mm at a speed of 50 kg/s. The size of each Lagrangian particle participating in the simulation is 15 kg, the total number of particles is 600,000. The time step of the model is 1 second. The simulation time is 30 hours. The coefficient of horizontal diffusion is 3 m<sup>2</sup>/c. Stationary three-dimensional fields of currents and vertical diffusion were taken from preliminary

calculations of the hydrodynamic model.

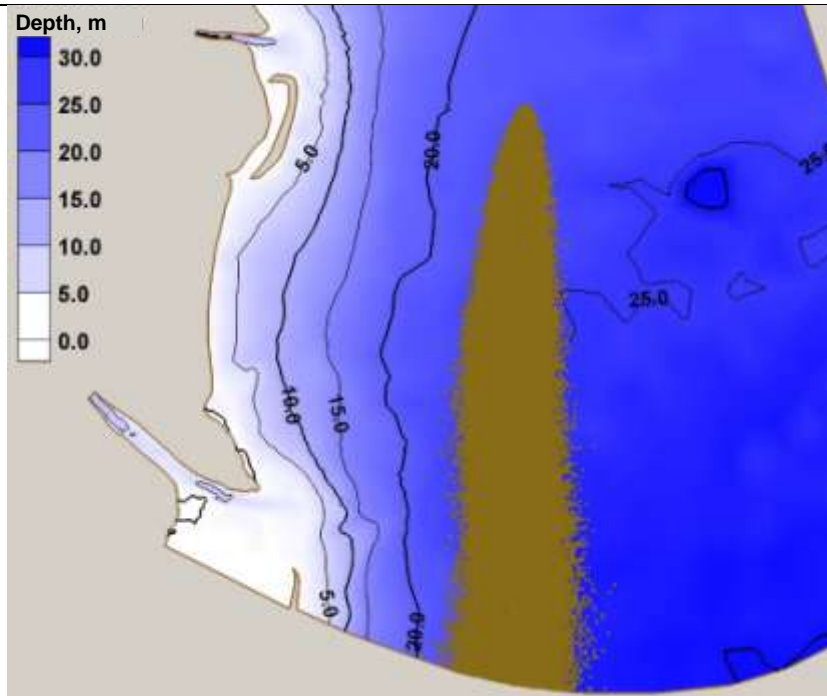
**Table 9.9 – Volumes of soil accumulated on MSD during dumping [8]**

<b>Period according to the project of creation DWNF</b>	<b>Volume (<math>10^6 \text{ m}^3</math>)</b>	<b>Mass of silt (<math>10^6 \text{ t}</math>)</b>	<b>Duration of dumping, days</b>	<b>Average intensity (kg/s)</b>	<b>Storage of fine fraction &lt;0.005 mm (10%) (kg/s)</b>
Stage 1	1.9	1.6	30	611	61
Stage 2	1.7	1.4	30	547	55
Annual volume	1.0	0.83	30	322	32

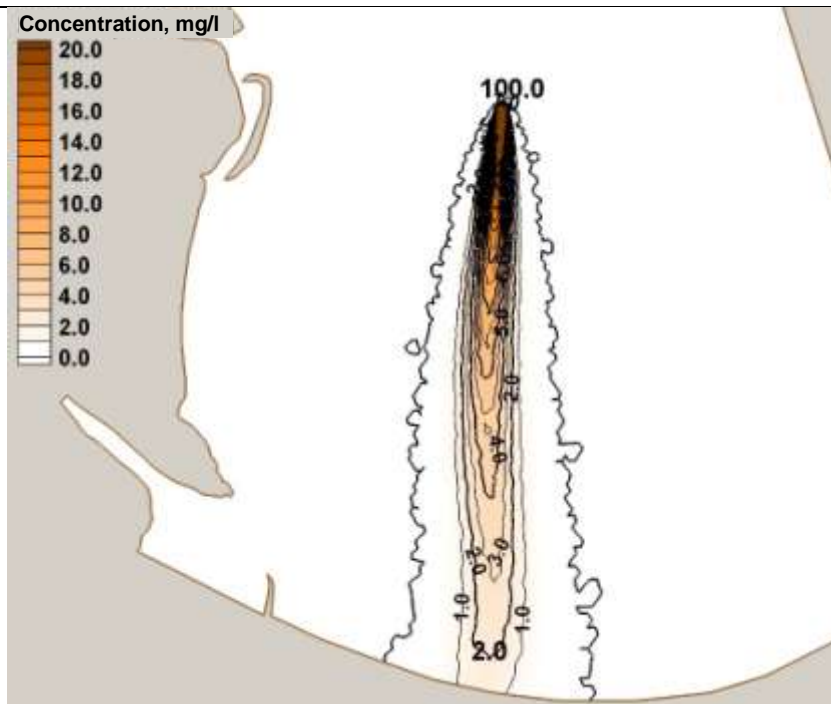
Fig. 9.21 shows the distribution of Lagrangian particles, and Fig. 9.22-9.24 – obtained silt concentration fields during dumping on the existing MSD (point 5-B).

The surface concentration of silt was calculated as the average concentration in the near-surface layer with a thickness of 4 m, the bottom concentration was calculated as the average concentration of silt particles located at a depth >18 m.

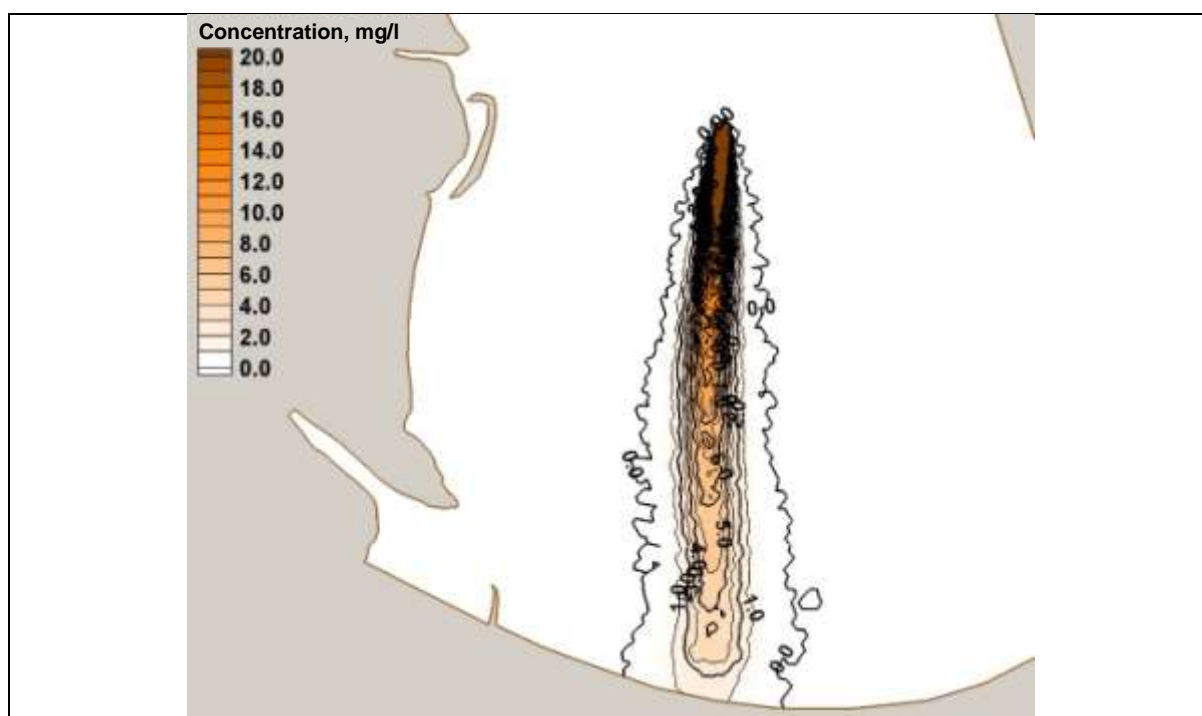
From fig. 9.22-9.24 it follows that the highest average concentration of sludge on the Romanian border is 2 mg/l under the given calculation scenario. At the same time, it can be seen that the surface concentration is somewhat higher than the average and bottom concentration, and can reach a value of 3 mg/l. This is explained by the fact that the sedimentation rate of silt particles is very low and near-surface turbulence is able to hold them for a long time. In the calculations of the Commission's experts, an estimated value of 5 mg/l was obtained at a distance of 16 km from the emission point. The difference in the results is explained by taking into account the vertical mixing, the three-dimensional structure of the currents, which accelerates the settling of particles to the bottom, as well as the variable topography of the bottom.



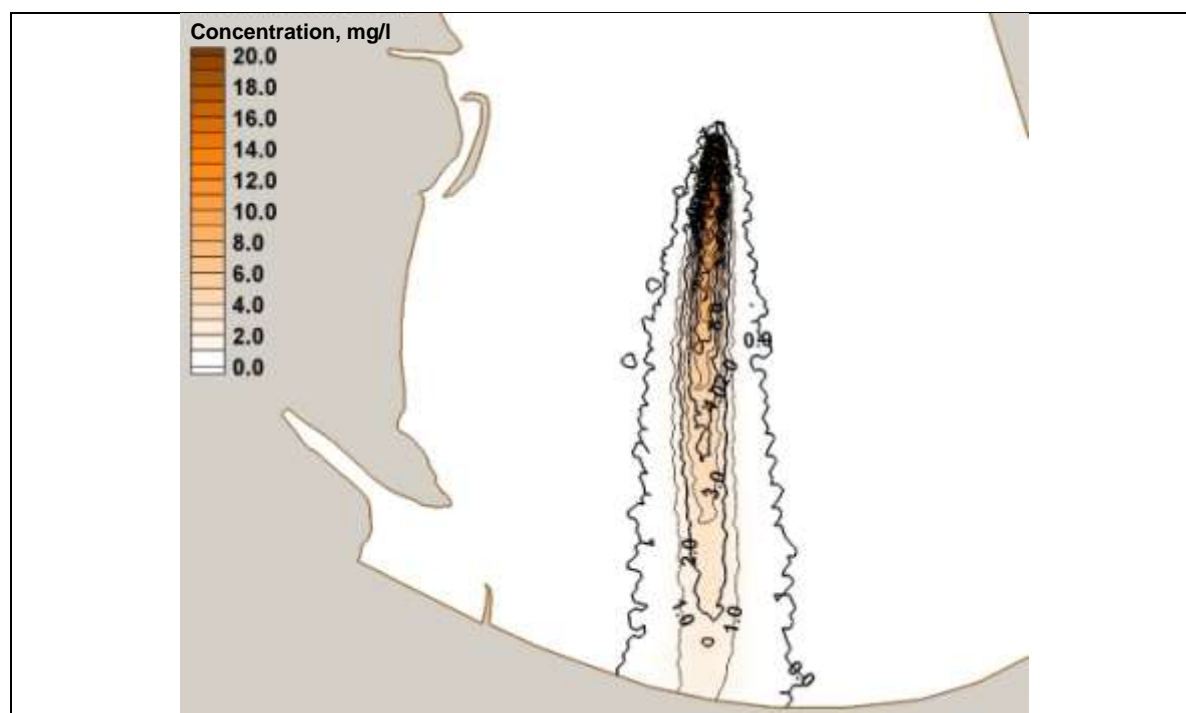
**Figure 9.21** Distribution of particles during modelling of continuous soil storage on MSD at point 5-B.



**Figure 9.22** Depth-averaged concentration of suspended silt with continuous dumping of soil on the MSD at point 5-B



**Figure 9.23** Concentration of suspended silt in the near-surface layer during continuous dumping of soil on the MSD at point 5-B



**Figure 9.24** Concentration of suspended silt in the bottom layer during continuous dumping of soil on MSD at point 5-B.

Thus, the results of calculations based on the SELFE v1.5k2 model using the scenario and parameters provided by the expert of the Commission at the request [8] gave the maximum values of sludge concentration 2.5 times less than those obtained by the expert (5 mg/l). The difference in the results is explained by the consideration of vertical mixing, the three-dimensional structure of

the currents, which accelerates the settling of particles to the bottom, as well as the variable topography of the bottom.

However, since the results of the calculations are generally at the lower limit of the range of 2-20 mg/l, which was considered by the Commission's expert on the request as dangerous for the environment, it is appropriate to consider the existing possibilities for significantly reducing the concentration of suspended silt on the Romanian border.

Disregarding silt deposition processes, the concentration of suspended silt during continuous dumping is directly proportional to the emission intensity, inversely proportional to the depth, and inversely proportional to the square root of the distance from the point of emission. In order to reduce the concentration of suspended silt, it is possible to either increase the distance from the soil dumping point to the Romanian border, or to increase the depth of the dumping site and the place where the turbidity patch passes. On the other hand, a decrease in the depth and speed of average currents can lead to a more intense sedimentation of suspended silts, which will also reduce their concentration. Therefore, the possibilities to reduce transboundary impact are, firstly, transferring the landfill to another point from point 5-B and, secondly, reducing the intensity of dumping. Point 1-B is located opposite the mouth of the Bystre arm, closer to the shore than point 5-B adopted according to the project, and has a depth of 11 meters (see fig. 9.22–9.24). In fig. 9.25–9.26 show the results of modelling with continuous soil dumping at point 1-B. The distribution of particles and the average concentration of suspended sludge are presented.

Modelling of continuous dumping at point 1-B gave an estimated average concentration at the Romanian border of 0.32 mg/l, which is 6 times less than at the design location of the landfill. This result is explained by the fact that at this point the average currents are much smaller and the depth is shallower, so the transport time is longer, and silt has time to settle to the bottom and spread in the transverse direction due to diffusion, which reduces the maximum concentration of silt along the stream and significantly reduces the concentration of silt at to the Romanian border compared to the transport of silt from point 5-B.

Point 2-B is located 8 km north of point 5-B and has a depth of about 20 meters. In fig. 9.27-9.28 shows the distribution of Lagrangian particles and the silt concentration fields constructed from it. At the soil dump from point 2-B, the estimated concentration at the Romanian border is 1.3 mg/l, which is 1.5 times less than at the existing location of the marine soil dump. This result is explained by the fact that, firstly, this point is further from the Romanian border, and secondly, the average currents at this point are much smaller, so the soil settles to the bottom much faster and spreads in the transverse direction, which reduces the maximum concentration along currents

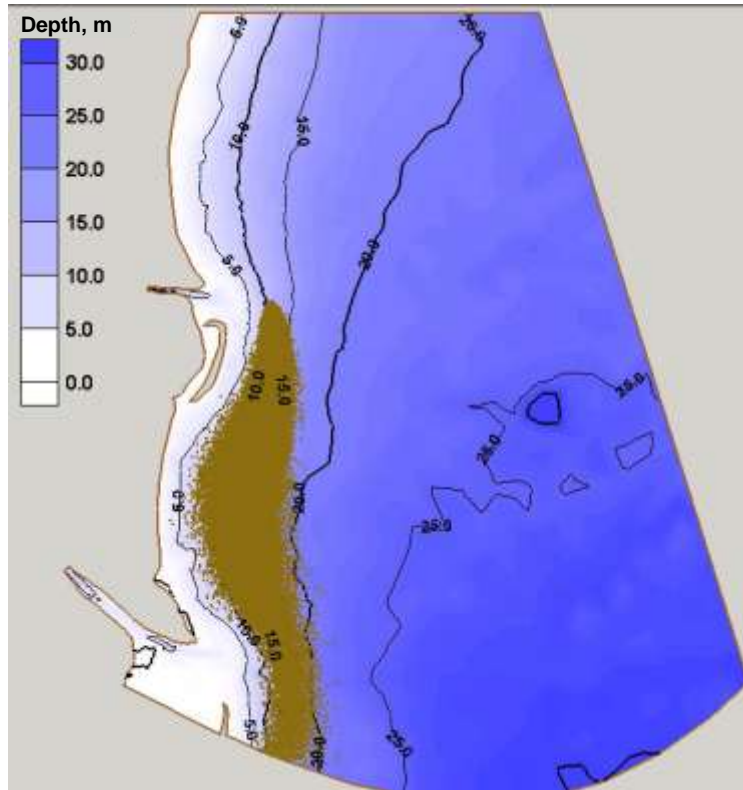


Figure 9.25 Particle distribution during modelling of continuous soil dumping at point 1-B

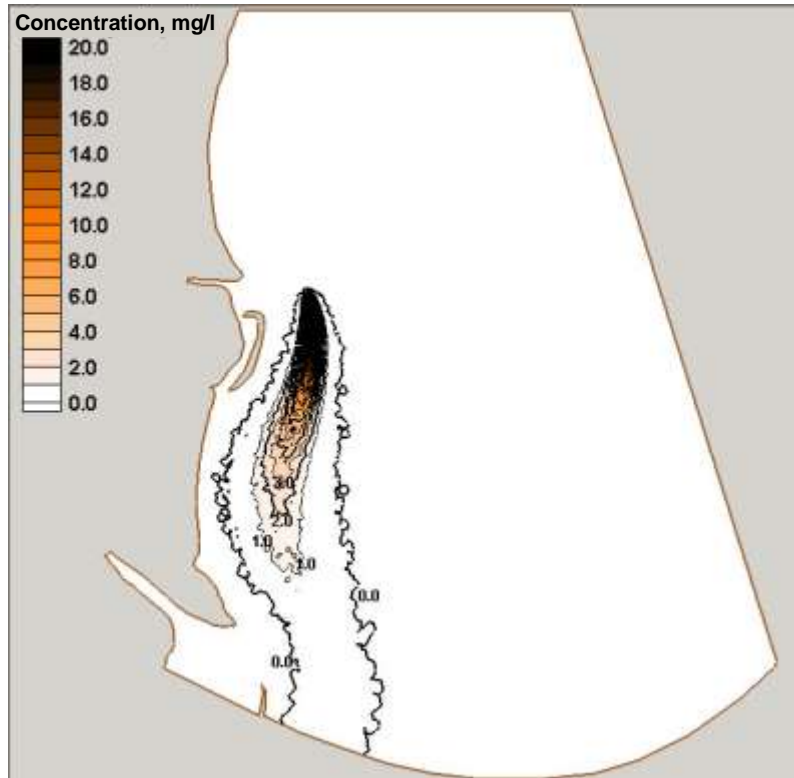


Figure 9.26 Depth-averaged concentration of suspended silt when modelling continuous soil dumping at point 1-B

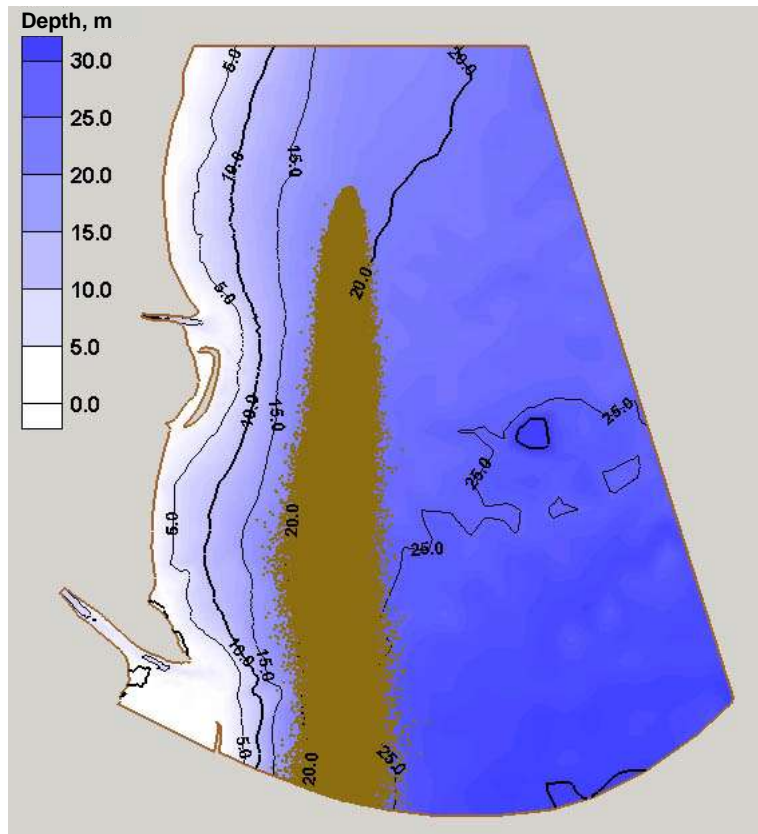


Figure 9.27 Particle distribution when modelling continuous soil dumping at point 2-B

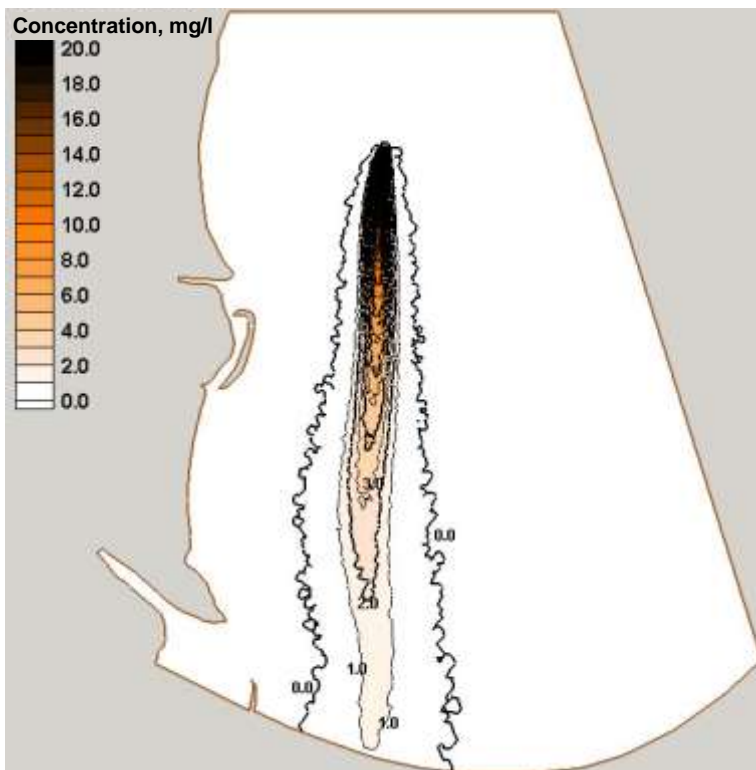


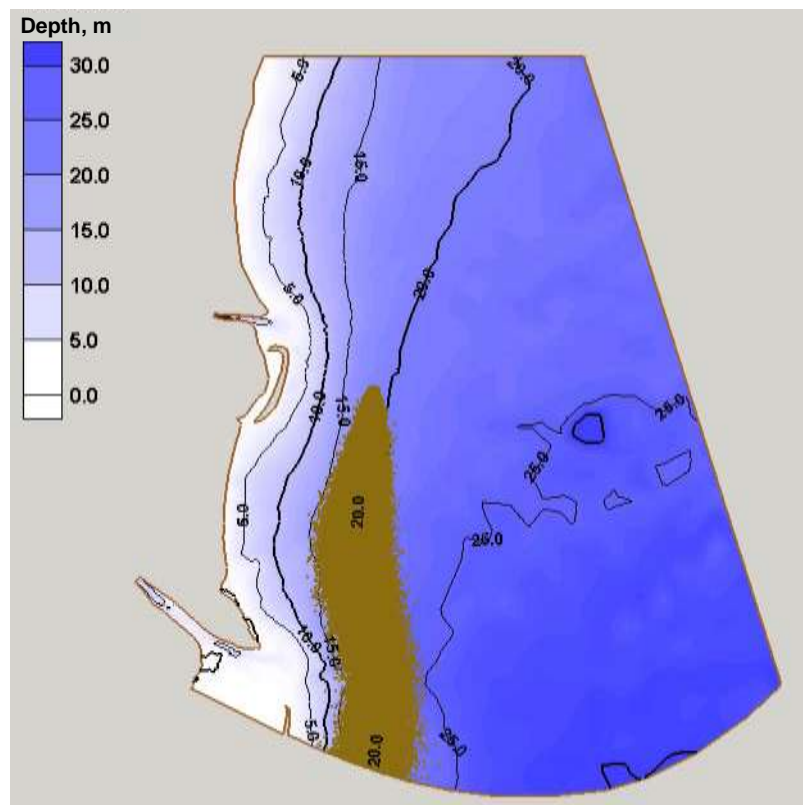
Figure 9.28 The field of the average concentration of suspended silt in the simulation of continuous soil dumping at point 2-B



Point 1-D has a depth of 17 meters and is located at a distance of about 5 km from the coast, a little south of the mouth of the Bystre arm. In fig. 9.29-9.30 show the simulation results: distribution of particles during dumping at point 1-E and the field of average concentrations during continuous emission from point 1-E. The simulation of continuous dumping at point 1-E gave an estimated average concentration at the Romanian border of 2.2 mg/l, which is approximately equal to the concentration at the existing location of the landfill at point 5-B. This result is explained by the fact that this point has approximately the same depth as the existing soil dump and approximately the same distance to the boundary.

Point 4-B has a depth of 20 meters and is located at a distance of about 8 km from the coast north of the mouth of the Bystre arm. In fig. 9.31-9.3 2 show the simulation results: distribution of particles during dumping at point 4-B and average concentrations during continuous dumping at point 4-B.

Modelling of continuous dumping at point 4-B gave an estimated average concentration at the Romanian border of 2.1 mg/l, which is approximately equal to the concentration at the existing location of the landfill. This result is explained by the fact that this point has approximately the same depth as the existing soil dump and approximately the same distance to the boundary.



**Figure 9.29 Particle distribution when modelling continuous soil dumping at point 1-E**



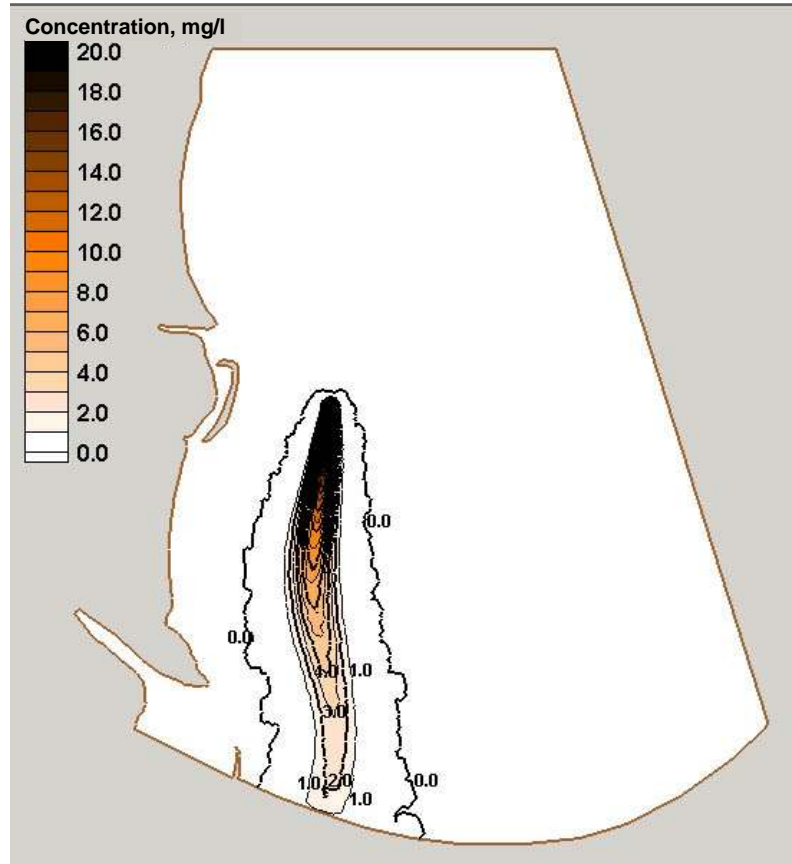


Figure 9.30. The depth-averaged concentration of suspended silt in the simulation of continuous soil dumping at point 1-E

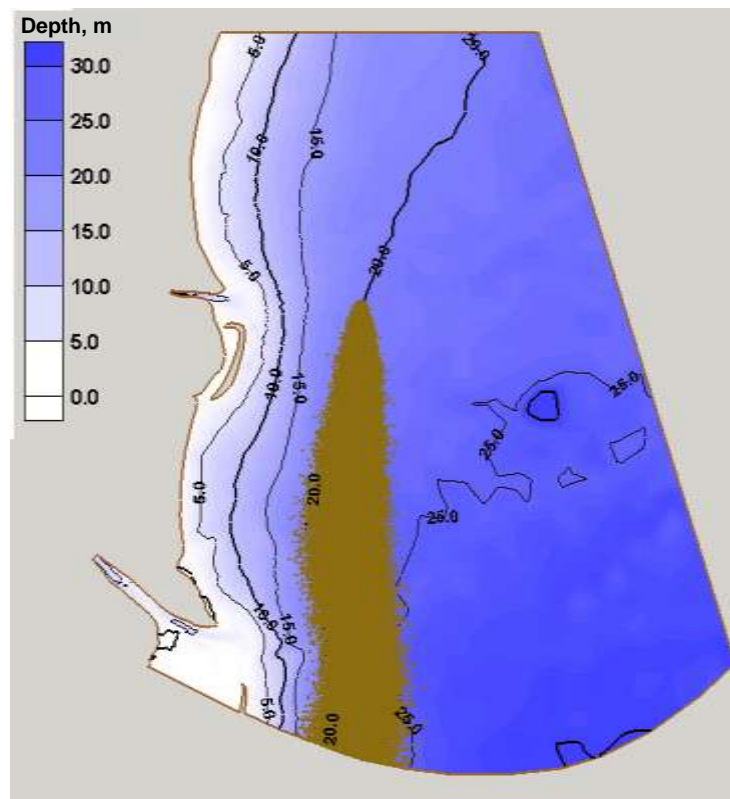
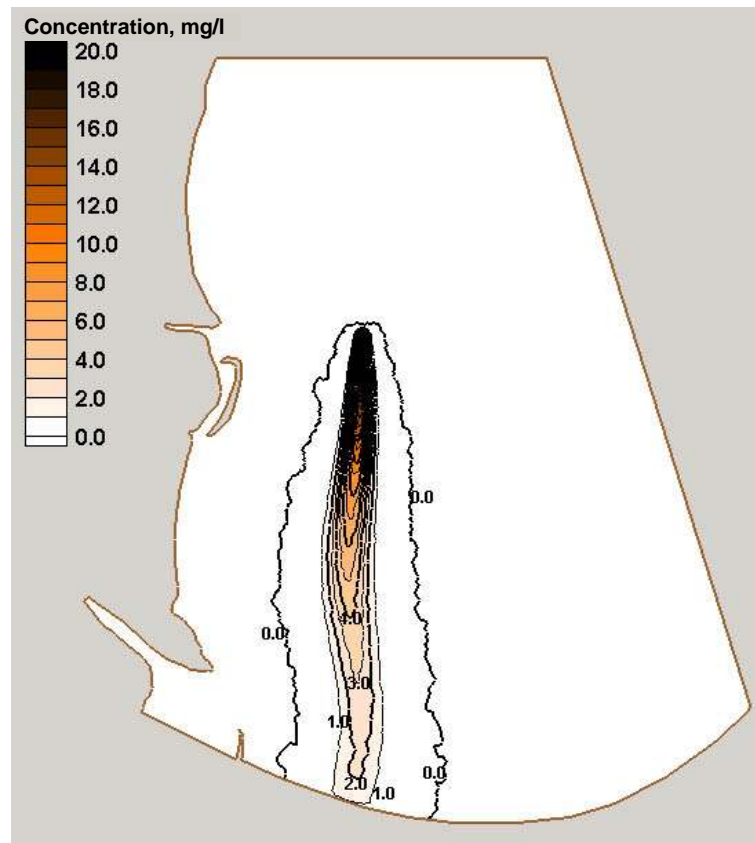


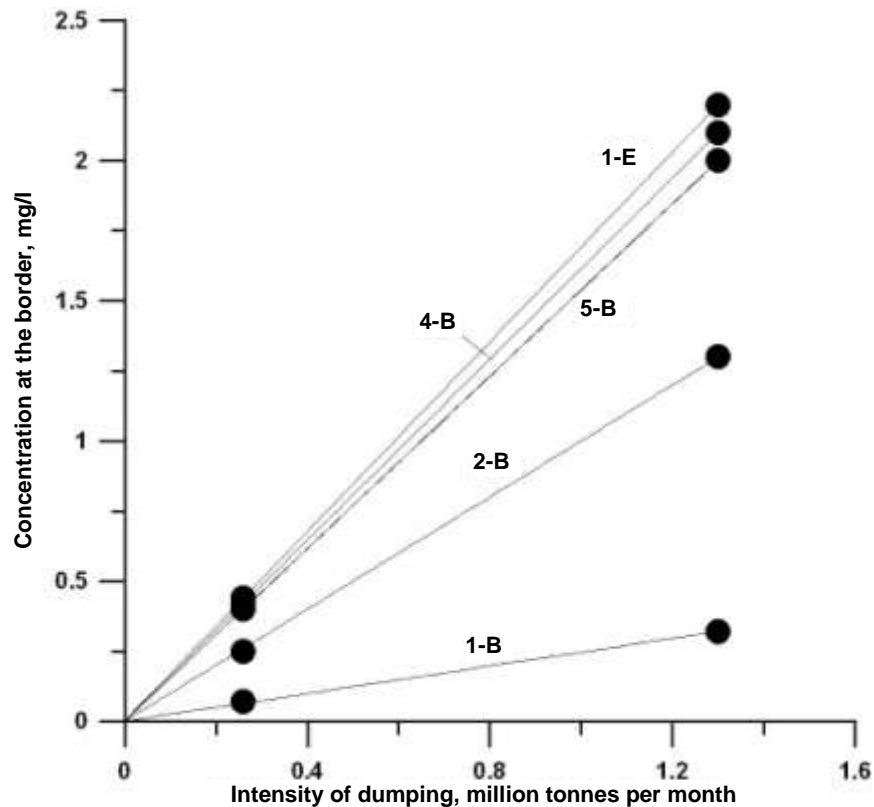
Figure 9.31 Particle distribution during modelling of continuous soil dumping at point 4-B



**Figure 9.32 Depth-averaged concentration of suspended silt when modelling continuous soil dumping at point 4-B**

The calculations, the results of which are presented above, were performed for continuous dumping with the same intensity as in the calculations for dumping at the design point of the 5-B marine dump.

To assess the dependence of the concentration of suspended silt on the border on the intensity of dumping, calculations were carried out for each of the dump points under consideration with a dumping intensity five times lower. In fig. Figure 9.33 shows the concentration of silt on the Romanian border at different dumping sites and at different dumping intensities. As can be seen from the figure, the dependence of this concentration on the intensity of dumping is linear, so the calculation results can be approximated directly. Thus, in order for the concentration of silt at the border to be an order of magnitude lower than natural values (2-7 mg/l), the intensity of dumping at points 1-E, 4-B, 5-B should not exceed 0.25 million t/month, in at point 2-B - not to exceed 0.6 million t/month, and at point 1-B the condition for ecologically safe cross-border transportation is fulfilled at the dumping intensity of more than 1.2 million t/month.



**Figure 9.33** Depth-averaged concentration of suspended silt on the border with Romania during simulation of a continuous dump of soil at different points of placement of MSD at different dumping intensity.

Thus, districts 2-B and 1-B can be selected for dumping taking into account cross-border aspects. However, district 1-B is located within the five-kilometre fish protection zone and therefore, according to the current legislation of Ukraine, cannot be selected for dumping.

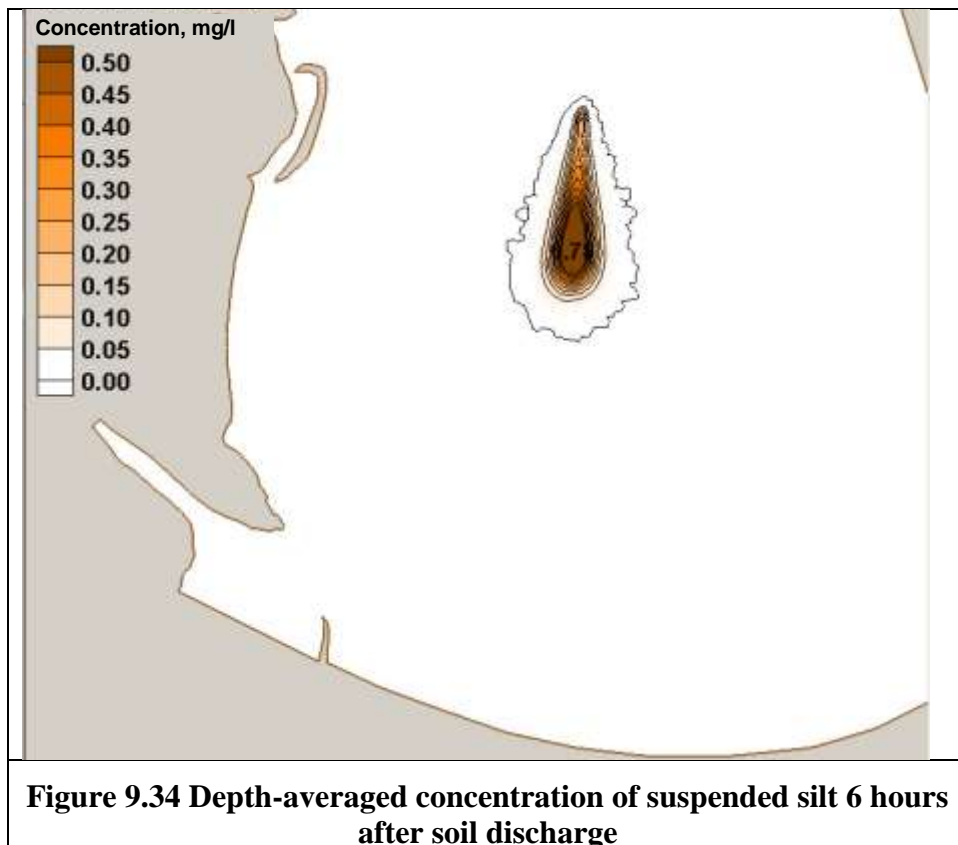
*The results of model studies of the spread towards Romania of a patch of increased water turbidity, formed during the instantaneous storage of soil*

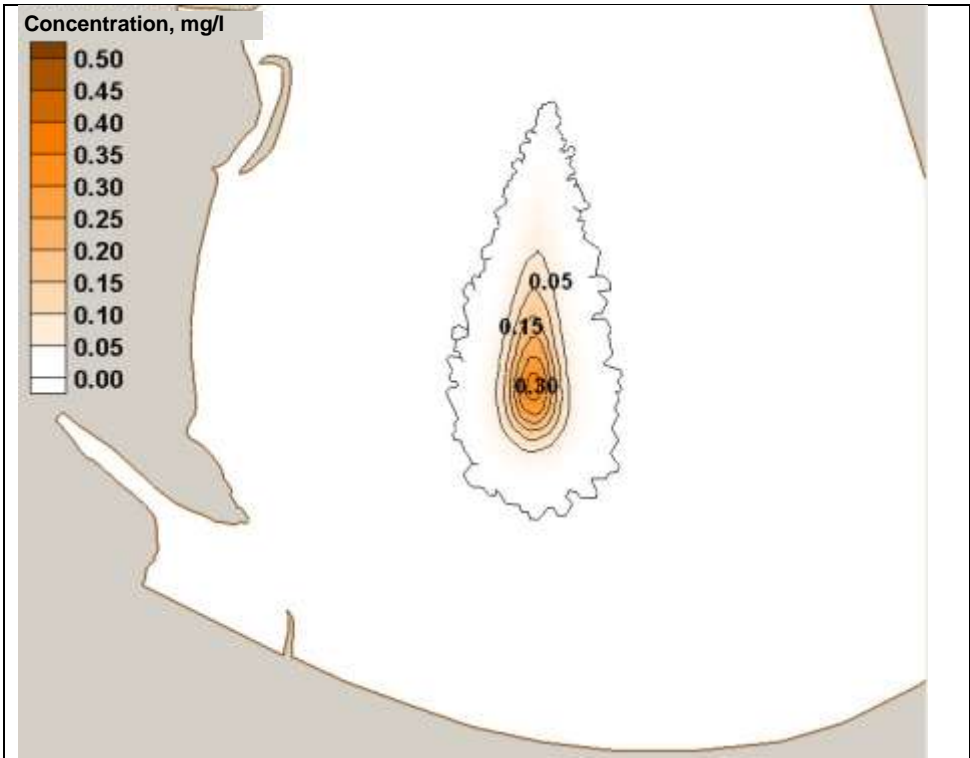
Soil storage is carried out by barges with a volume of 500-600 m<sup>3</sup> mixture of water and soil. Therefore, it can be estimated that about 420 tons of soil is discharged at one time, of which about 42 tons is the smallest fraction < 0.005 mm. The simulation of the instantaneous release of 42 tons of fine fraction of the soil and the spread of the turbidity spot under the influence of southerly currents was carried out.

The simulation was carried out with the following parameters: instant discharge of silts with a size of 0.005 mm, a total of 42 tons. The size of each Lagrangian particle participating in the simulation is 0.1 kg, the total number of particles is 420,000. The time step of the model is 1 second. Simulation time – 1 day. The coefficient of horizontal diffusion is 3 m<sup>2</sup>/c. Stationary three-

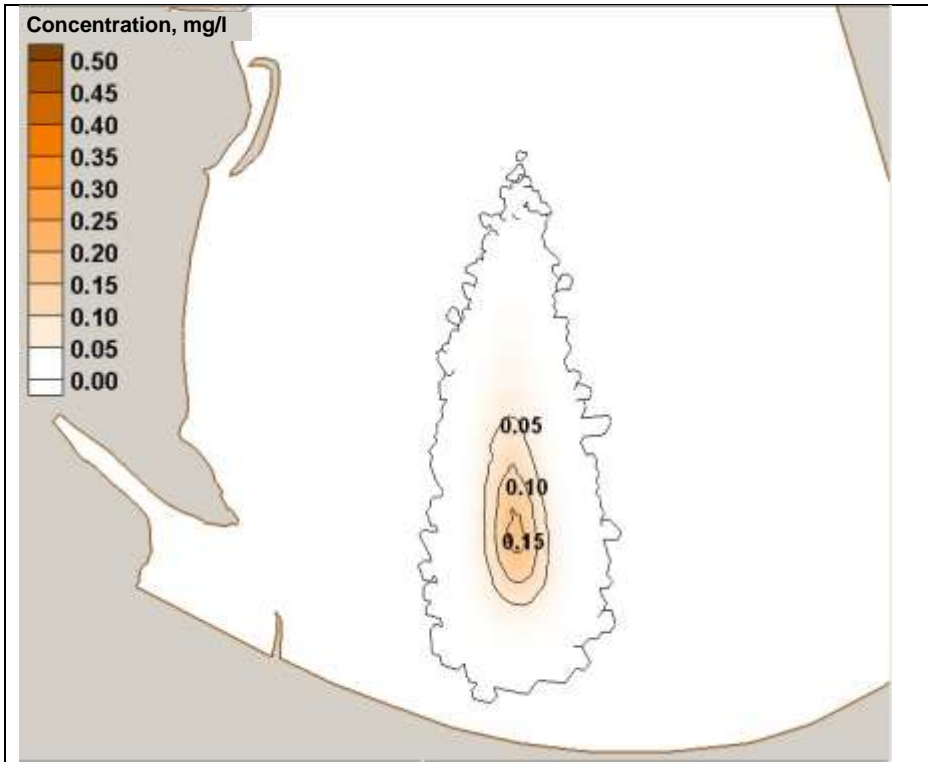
dimensional flow fields and vertical diffusion coefficient were taken from preliminary calculations of the hydrodynamic model.

In fig. 9.34-9.37 shows the average concentration of suspended solids at different moments of time during the spread of a turbidity spot during instantaneous discharge from one barge. The maximum average concentration of suspended sludge on the Romanian border under the given discharge scenario is 0.08 mg/l.

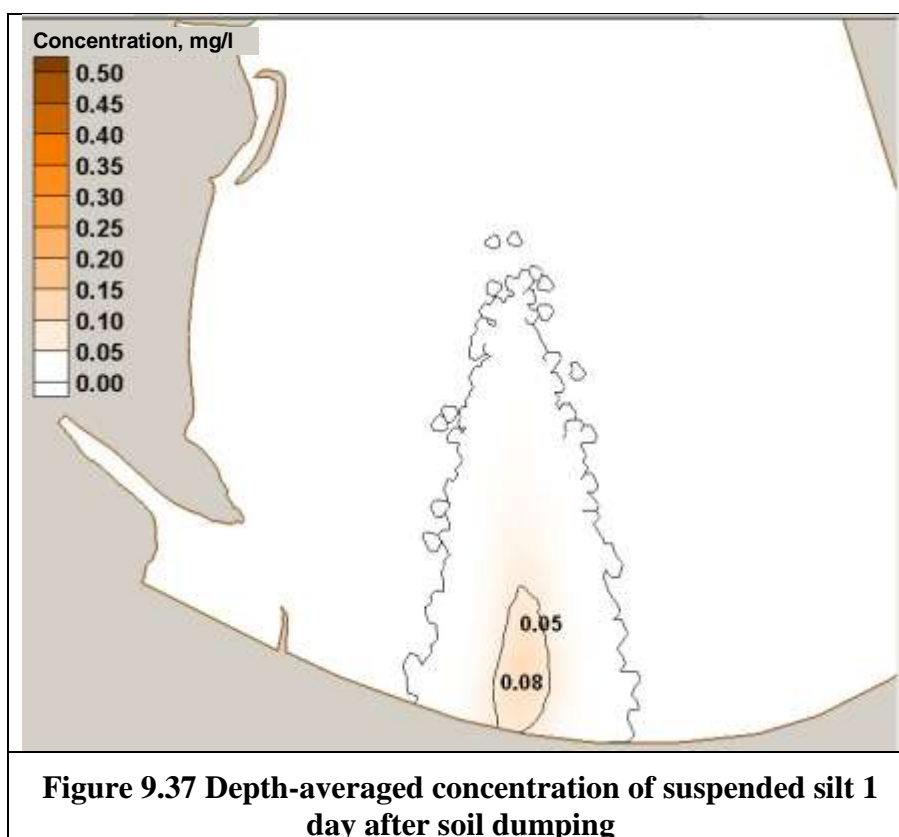




**Figure 9.35** Depth-averaged concentration of suspended silt 12 hours after soil discharge



**Figure 9.36** Depth-averaged concentration of suspended silt 18 hours after soil discharge



Thus, according to the results of the calculations using the parameters given in the report of experts of the Commission on request, the maximum values of the sludge concentration were obtained under the scenario of continuous storage and they turned out to be two times smaller than in this report.

Reducing the impact of increased concentration of suspended silt from dumping in seawater on the border with Romania is possible by increasing the distance from the point of soil dumping to the border, reducing the depth of the dumping site, and/or reducing the intensity of dumping.

According to calculations, in order for the concentration of silt from dumping at the border to be an order of magnitude lower than natural values (2-7 mg/l), the intensity of continuous dumping at project point 5-B should not exceed 0.25 million t/month, then as in point 2-B, the intensity of dumping should not exceed 0.6 million tons/month. Thus, dumping area 2-B can be used for dumping in the future, taking into account transboundary aspects.

Since the salvo discharge of one barge at the design point does not cause a significant transboundary impact, sufficient to avoid a significant transboundary impact when dumping on an existing sea dump is the following **limiting the frequency of unloading barges, in which the amount of dumped soil will not exceed 0.25 million tons/month. At the same time, the maximum safe frequency of unloading is 20 barges per day.**

## 9.6 Results of model studies of the influence of the sea approach channel of the DWNF and the barrier dam on the alongshore transport of sediments

Currently, the SAC is fenced off on the northern side of its opening by a 2,730-meter-long dam and aims to divert the alongshore current and sediments toward the sea, as well as reduce the wave impact on shipping.

The technical expediency of the barrier dam is that its length should correspond to the length of the SAC, and the model studies conducted by the IPMMS show that its effectiveness during storms is maximum precisely in the distal part.

Advanced studies of the influence of the SAC and the DWNF enclosing dam on the coastal zone in the area between the mouth of the Bystre arm and the mouth of the Starostambulskyi arm were carried out using the COASTOX-MORPHO modelling complex.

### *Hydrometeorological scenarios selected for modelling the dynamics of the coastal zone in the region from the mouth of the Bystre arm to the mouth of the Starostambulskyi arm*

According to the results given in [9], the average statistical flow of water for the period 1971-2002 during a flood at the top of the Danube delta is 9000 m<sup>3</sup>/s, therefore, according to table 9.10 [9], the flow of water in the Bystre arm is 1580 m<sup>3</sup>/c and in Starostambulskyi - 1640 m<sup>3</sup>/c. For the low water season, the lowest value was in 1990 Q=2330~2980 m<sup>3</sup>/c. Therefore, the value of the costs in Bystre - 585 m was used for the border period<sup>3</sup>/s, and in Starostambulskyi - 477 m<sup>3</sup>/c.

**Table 9.10 – Distribution of water consumption by watercourses system of the Starostambulskyi arm (1996-2000)**

Danube, 54 miles, m <sup>3</sup> /c	Kiliyskyi, 20 km		Bystre		Starostambulskyi, below Limba	
	m <sup>3</sup> /c	%	m <sup>3</sup> /c	%	m <sup>3</sup> /c	%
2000	1000	100	404	40.4	304	30.4
3000	1510	100	585	38.7	477	31.6
4000	2030	100	763	37.6	658	32.4
5000	2550	100	935	36.7	842	33.0
6000	3080	100	1100	35.7	1030	33.4
7000	3610	100	1260	34.9	1230	34.1
8000	4140	100	1420	34.3	1430	34.5
9000	4680	100	1580	33.8	1640	35.0
10000	5220	100	1730	33.1	1860	35.6
11000	5790	100	1880	32.5	2090	36.1

Since communication graphs of synchronously measured values of water turbidity at hydraulic reservoirs Kiliyskyi arm (20km), Ochakiv arm (15.5km), Bystre arm (leakage), Starostambulskyi arm (10km) for 1976-1980 and 1996-2000. showed an almost complete

coincidence of water turbidity values, for turbidity in the Bystre and Starostambulskyi arms, the same values were adopted, corresponding to the typical flow of water and the flow of suspended sediments at the top of the Danube delta: in floods for water consumption  $Q=9000 \text{ m}^3/\text{c}$  and sediment consumption  $R=1620 \text{ kg/c}$  turbidity  $s=180 \text{ g/m}^3$ , in low water season for  $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{c}$  and  $R=105 \text{ kg/cs}=35 \text{ g/m}^3$ .

The results of the granulometric analysis of the composition of the suspended sediments of the Danube runoff [9] are summarized as follows [10]:

- the median diameter of suspended sediments D50 is the largest at the rise of the flood (0.04-0.12 mm), the smallest at the fall of the flood (approximately 0.02 mm); no noticeable decrease in D50 downstream was detected;
- particles of fractions 0.2-0.1 prevail in soil samples at all sites and throughout all phases of the hydrological regime; 0.05-0.01 and  $< 0.001 \text{ mm}$ ;
- silts of 0.05-0.01 are significantly prevalent during floods, and  $< 0.001 \text{ mm}$  during low tides;
- the diameter of the largest particles in suspended sediment samples reaches 0.5-0.6 mm.

On the basis of the above conclusions, three typical sizes of sediment fractions were chosen for mathematical modelling of sediment transport - a fine fraction of 0.02 mm (a whole year), large sediments - 0.12 mm (during a flood without storm waves) and 0.15 mm (a whole year for the regime of storm waves). It should be noted that the latter also characterizes the typical size of bottom silt both in the river [9, 10] and in the sea beyond the "carrying cone" of the Bystre arm river silt [11].

Based on the conclusions of [9] "In modern conditions (1971-2002), March-June accounts for 50.7% of the annual water flow. The months with the most water are April (11.6%), May (11.6), June (10.0%)." In mathematical modelling, it was assumed that the flood occurs from April to June inclusive, all other months are low.

The wind and the corresponding wave regime in the region of the SAC DWNF are characterized by Table 9.11 [12] and Table 9.12 [9] presented below, which show the duration of wind directions across the rhumbs during an average meteorological year.



**Table 9.11 – Duration of wind direction during the ice-free period of the year (330 days), m. Ust-Dunaisk, 1984...2002.**

*In days*

Wind speed, m/s	Wave-dangerous directions								Sum
	N	NE	E	SE	S	SW	3x	NW	
Calm	-	-	-	-	-	-	-	-	4.45
1...5	28.7	17.85	17.85	19.35	37.0	28.5	25.36	17.72	192
6...10	31.2	16.95	10.75	7.45	14.68	8.20	8.05	13.64	110.8
11...15	9.24	4.42	1.48	0.59	0.66	0.40	0.76	3.14	20.69
16...20	0.66	0.33	0.06	0.06	-	-	0.13	0.46	1.70
21...25	0.16	0.07	-	-	-	-	-	0.04	0.27
Amount	69.63	39.62	30.14	27.42	52.34	37.1	34.3	35	325.5

**Table 9.12 – Duration of continuous storm winds ( $\geq 15$  m/s) according to the data of observations of the Ust-Dunaisk weather station, 1984...2003.**

*In hours*

Month	Duration	Wave-dangerous directions				
		N	NE	E	SE	S
1	average	7	9	-	3	-
	maximum	12	24	-	3	-
2	average	7	6	-	-	-
	maximum	15	6	-	-	-
3	average	6	6	4	-	-
	maximum	12	12	6-	-	-
4	average	5	8	-	3	-
	maximum	9	15	-	3	-
5	average	3	5	3	-	-
	maximum	3	6	3	-	-
6	average	-	-	-	-	-
	maximum	-	-	-	-	-
7	average	3	-	-	-	-
	maximum	3	-	-	-	-
8	average	6	-	-	-	-
	maximum	6	-	-	-	-
9	average	4	3	-	-	-
	maximum	6	3	-	-	-
10	average	10	7	-	-	-
	maximum	21	15	-	-	-
11	average	8	7	3	-	-
	maximum	21	21	3	-	-
12	average	6	11	5	3	-
	maximum	24	24	6	3	-
Amount per year	max., low water	120	105	15	6	-
	max., flood	12	21	3	3	-

The duration of storms during low and high tides was taken equal to the sum of the maximum durations of winds  $\geq 15$  m/s (such as those that generate waves with a height of  $\geq 1.0$  m) for the corresponding months for low and low tides according to the data of meteorological research in Ust-Dunaisk for 1984-2003. (tab. 9.14, last line).

In experiments [12], the propagation of storm waves in different directions was reproduced. The results are presented in the table. 9.13.

**Table 9.13 – Estimated values of wind wave parameters at a depth of  $H = 10$  m according to the main directions of acceleration**

Calculated values	Wave-dangerous directions				
	N	NE	E	SE	S
$D$ , km	12	180	277	550	465
$\bar{H}$ , m	10	10	10	10	10
$W_{4\%}$ , m/s	20	21	20	21	21
$gD/W^2$	294	4000	6800	12200	10300
$gH/W^2$	0.245	0.22	0.24	0.22	0.22
$g\bar{h}/W^2$	0.022	0.029	0.032	0.03	0.03
$g\bar{r}/W$	1.8	2.19	2.25	2.2	2.2
$\bar{h}$ , m	0.9	1.3	1.28	1.35	1.35
$h_{1\%}$ , m	1.9	2.91	2.90	3.02	3.00
$h_{5\%}$ , m	1.61	2.4	2.36	2.5	2.5
$\tau$ , c	3.68	4.69	4.6	4.72	4.72
$\bar{\lambda}$ , m	21	34	33	35	35

During the mathematical modelling of the IPMMS at the border of the calculation zone, the corresponding parameters of the waves of 1% security were set.

The situations before and after the construction of the SAC were studied:

- 1) natural state - without a channel and without a dam;
- 2) channel and the existing full-profile dam.

To calculate the annual siltation for each of the above situations, the following scenarios were calculated separately for the fraction of 0.02 mm:

- 1) border without storm waves
- 2) flood without storm waves
- 3) boundary with northern storm waves
- 4) flood with northerly storm waves
- 5) boundary with north-easterly storm waves
- 6) flooding with north-easterly storm surges
- 7) boundary with easterly storm waves
- 8) flooding with easterly storm waves

- 9) boundary with south-eastern storm waves  
 10) flood with south-eastern storm waves

For a fraction of 0.12 mm, calculations were made for low tide and flood without storm waves. For the fraction of 0.15 mm, scenarios were calculated with storm waves in 3 directions during the flood and low tide periods. To determine the total annual siltation, the obtained results for changes in seabed levels for each scenario and for all sediment fractions were compiled.

Calculations of bottom reshaping were carried out only for the period of significant storm waves in N, NE, E and SE directions. Wave parameters were chosen as follows:

for N direction waves: period  $T=4.05s$ , height  $H_w=1.9m$ ,

NE direction: period  $T=5.19s$ , height  $H_w=2.91m$ ,

S and SE:  $T=5.28s$ ,  $H_w=3.01m$ .

The scenarios given on the basis of the information presented above are summarized in the table. 9.14. The duration of the scenarios is used to calculate the annual dynamics of the processes.

**Table 9.14 – Scenarios of input data (water consumption and sediment concentrations from the Danube arms, wave parameters at the sea border of the calculation zone)**

Hydrological mode	Direction of storm waves	Duration, days	Water consumption $m^3/c$		Concentration of suspended sediments from sleeves $g/m^3$		
			Bystre	Starostambulsk yi	0.02 mm	0.12 mm	0.15 mm
Flood	without waves	89.375	1580	1640	180	180	0
	N	0.5	1580	1640	180	0	180
	NE	0.875	1580	1640	180	0	180
	SE	0.25	1580	1640	180	0	180
low water	without waves	263.75	585	477	35	35	0
	N	5	585	477	35	0	35
	NE	4.375	585	477	35	0	35
	SE	0.875	585	477	35	0	35

*Results of simulation of the impact of different variants of the enclosing dam of the sea approach channel of the DWNF on the alongshore transport of sediments and the dynamics of the coastal zone in the section from the mouth of the Bystre to the mouth of the Starostambulskiyi arm*

The method of calculations is given in subsection 9.6. The simulation area was chosen to be  $7.5 \times 19.0$  km in size. At the upper boundary of the modelling area, the current speed was set at 0.3 m/s and the sediment concentration was  $20 g/m^3$ .

The simulation results of the current fields generated by the general regional circulation, the Danube waters and the influence of storm waves for some of the nine hydrological scenarios considered are presented in Fig. 9.38-9.42.

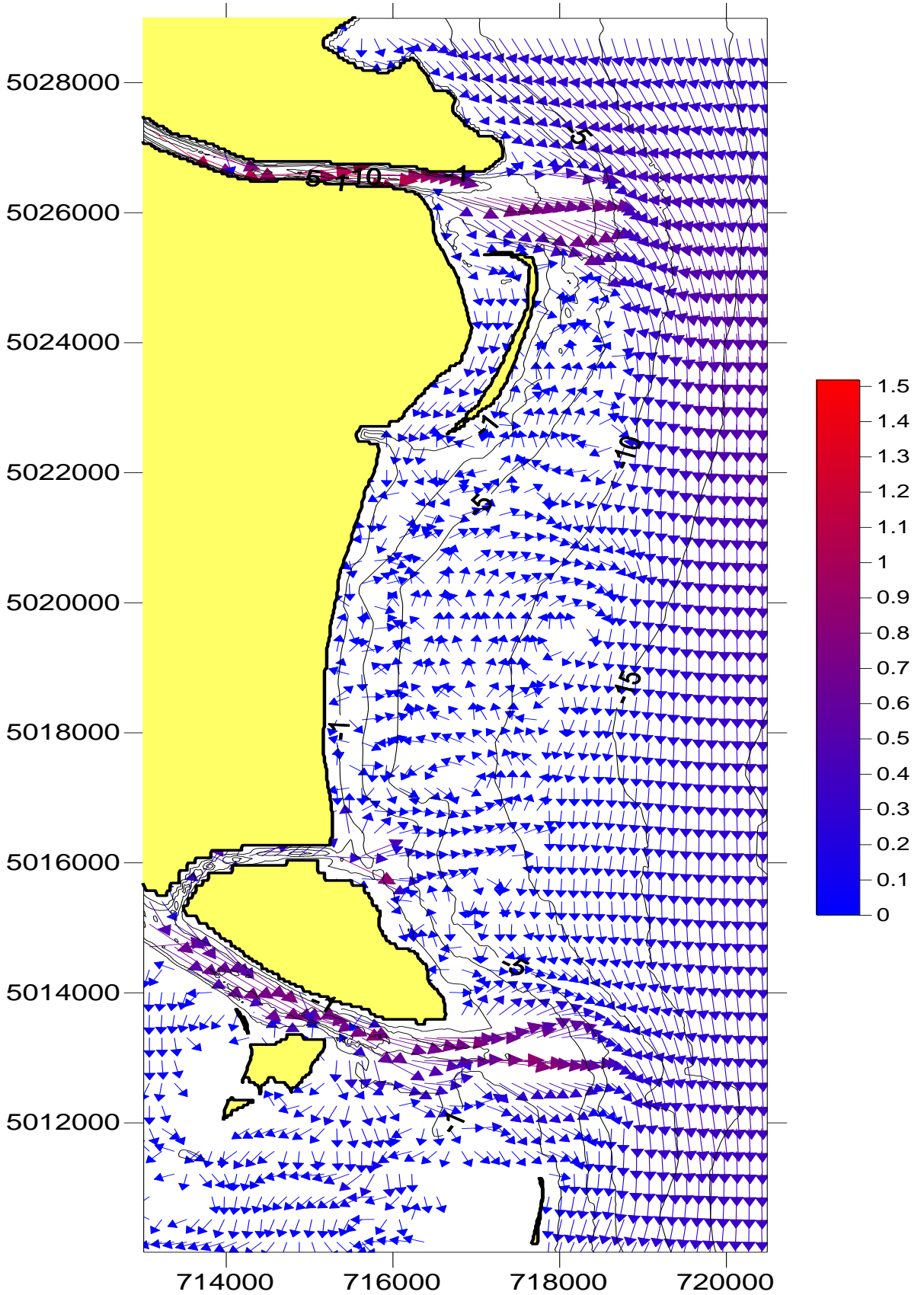


Figure 9.38A Velocity fields in floods without storm waves.  
Without dams and SAC

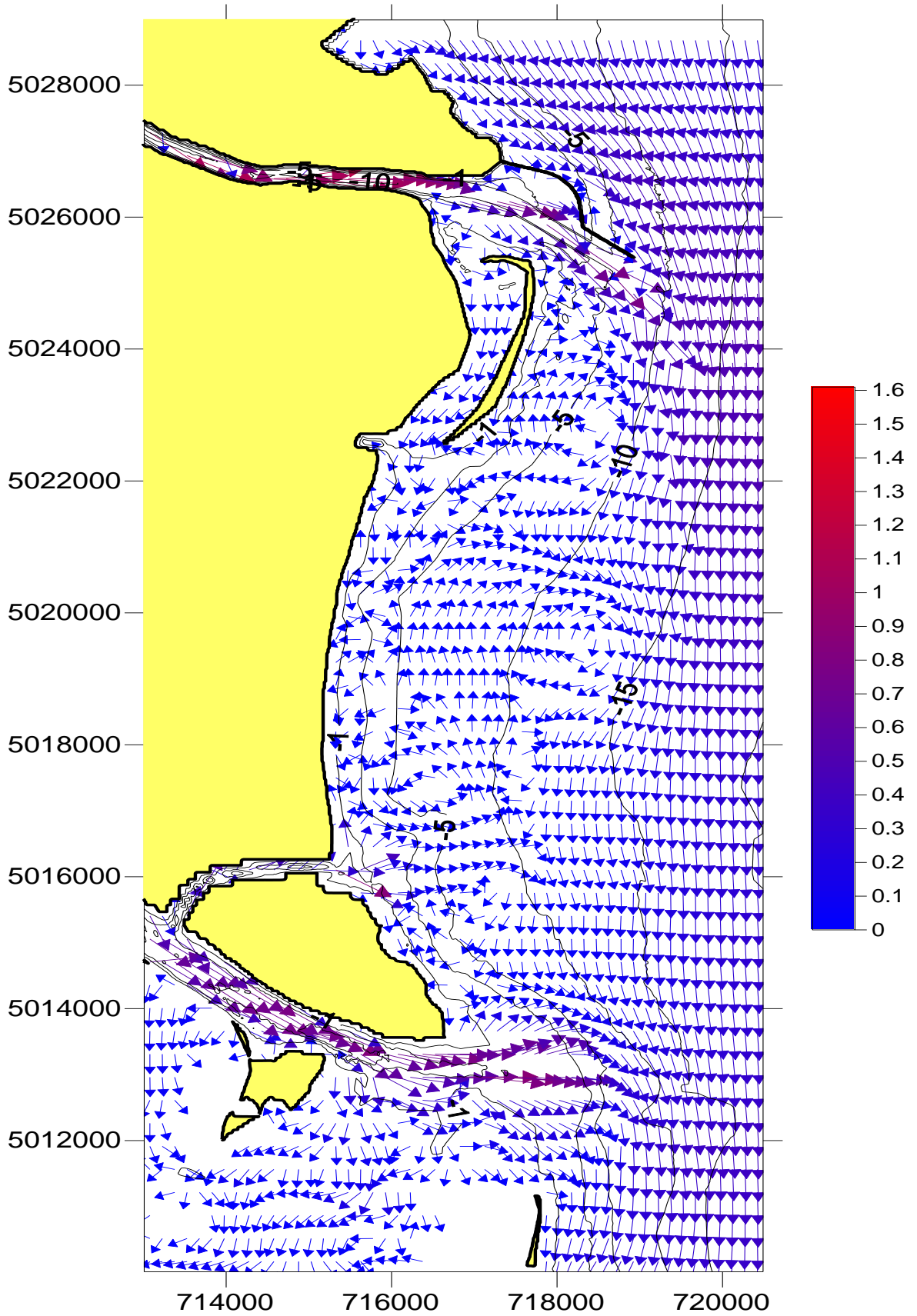
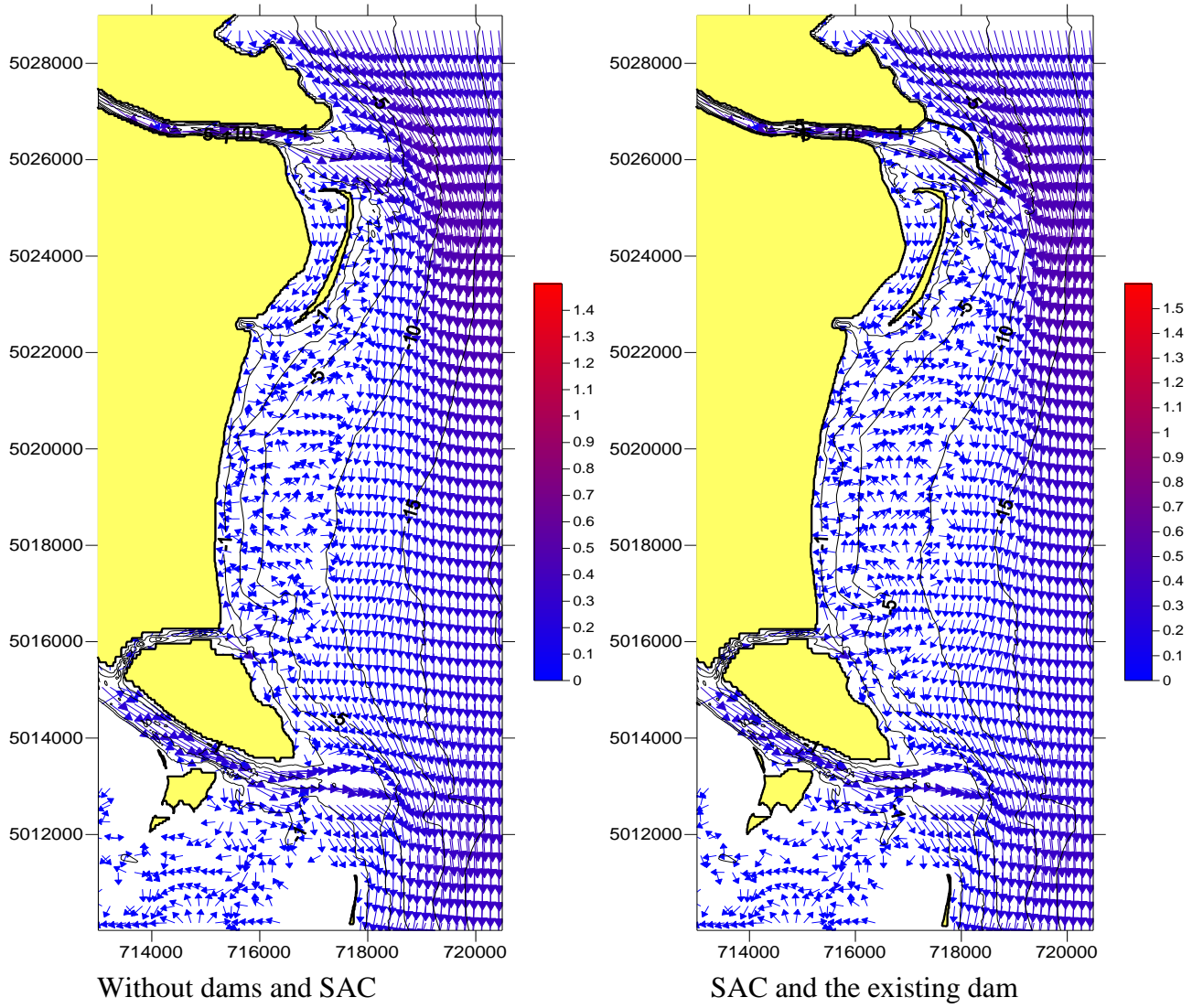
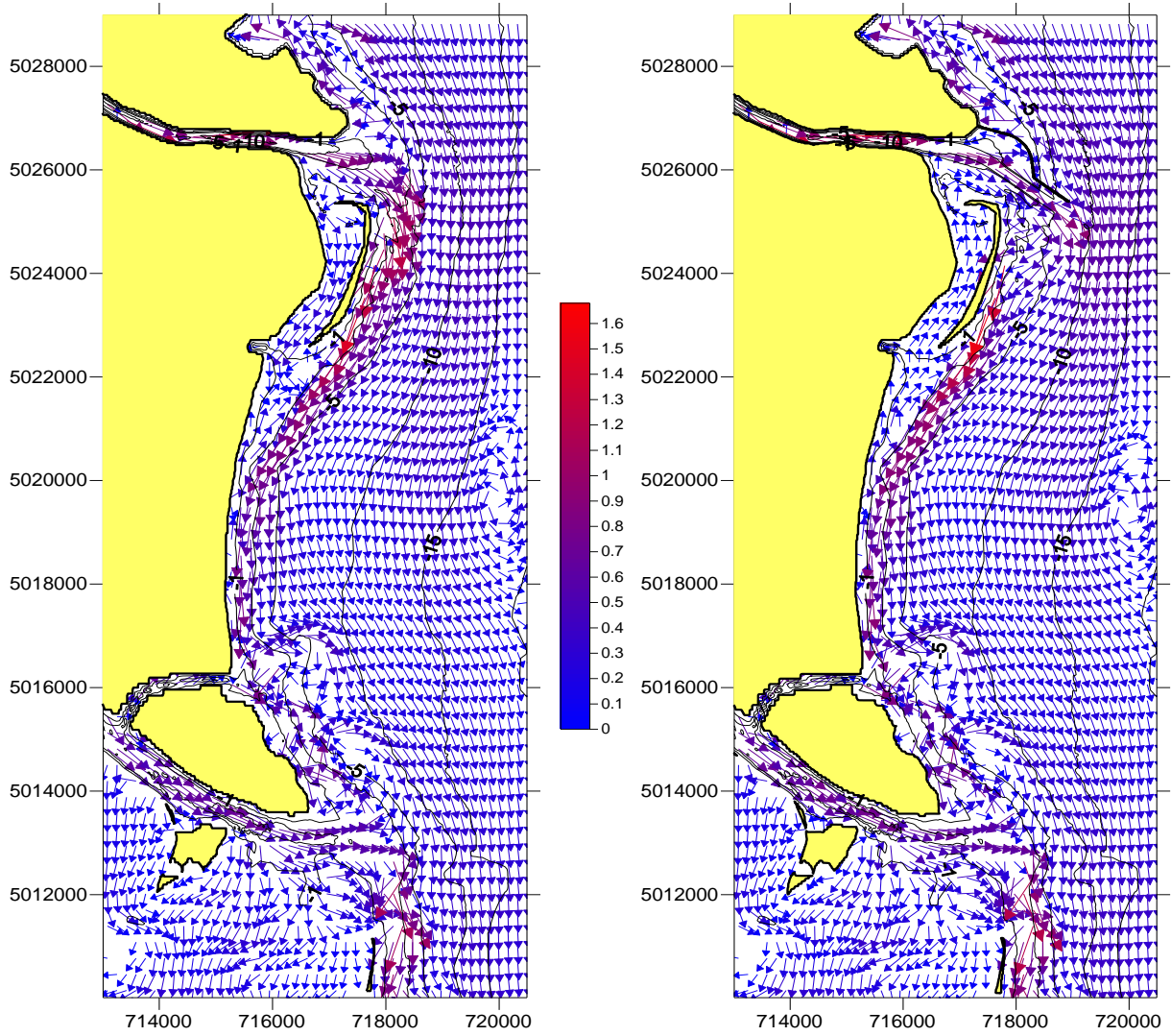


Figure 9.38 B Velocity fields in floods without storm waves.  
Canal and existing dam



**Figure 9.39 Velocity fields at the border without storm waves**



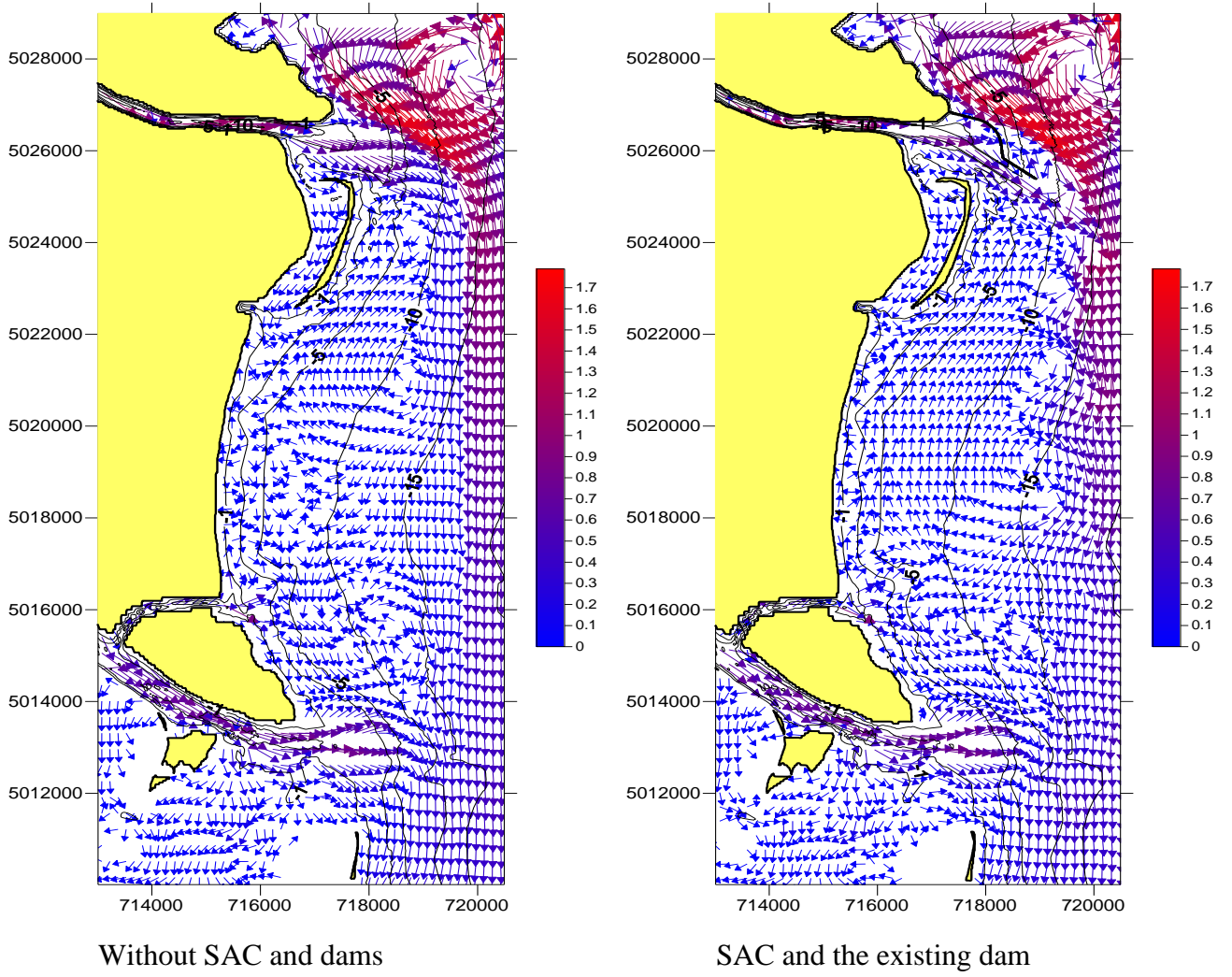


Without SAC and dams

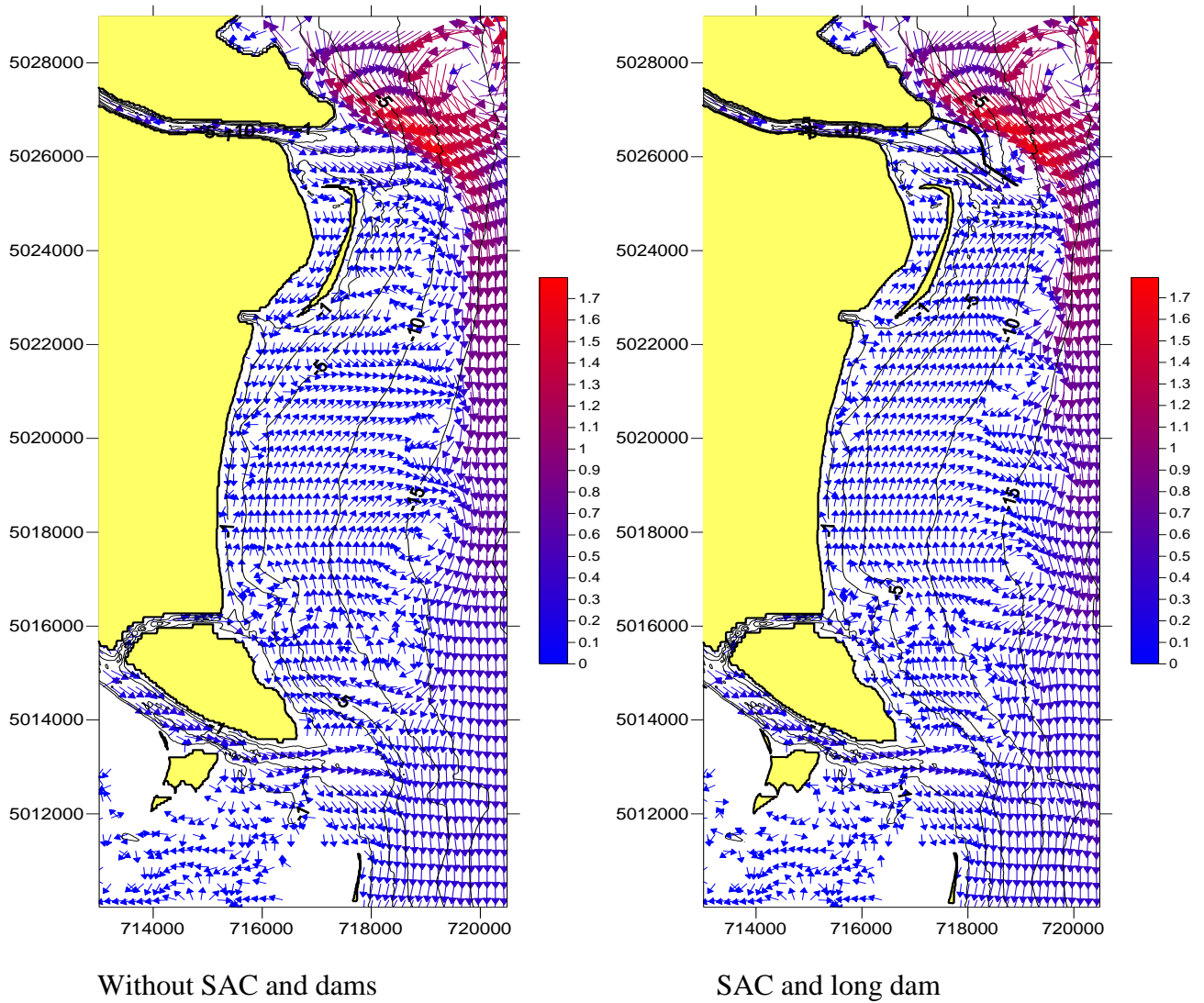
SAC and the existing dam

**Figure 9.40 Velocity fields in floods with north-eastern storm waves.**





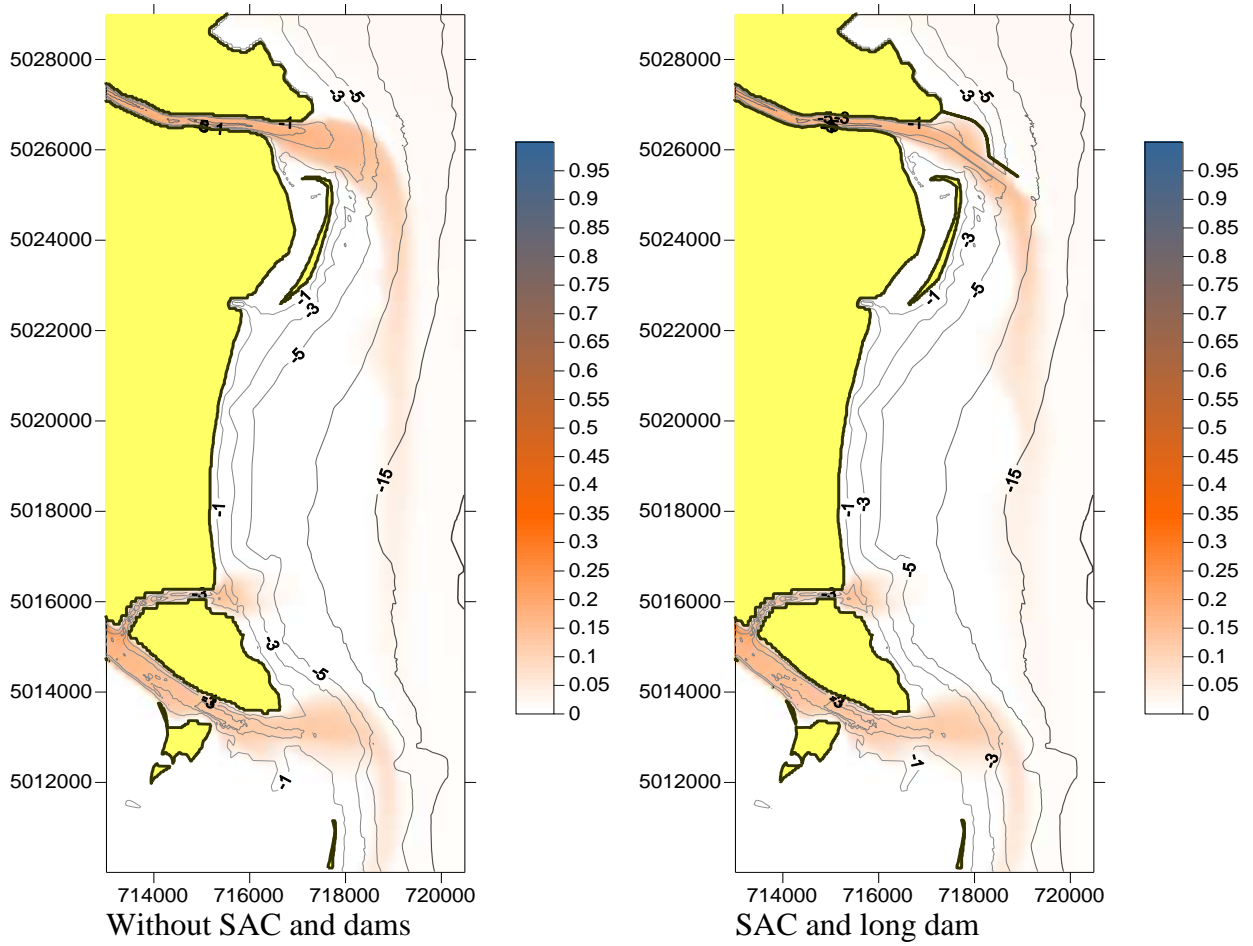
**Figure 9.41 Velocity fields in floods with northern storm waves**



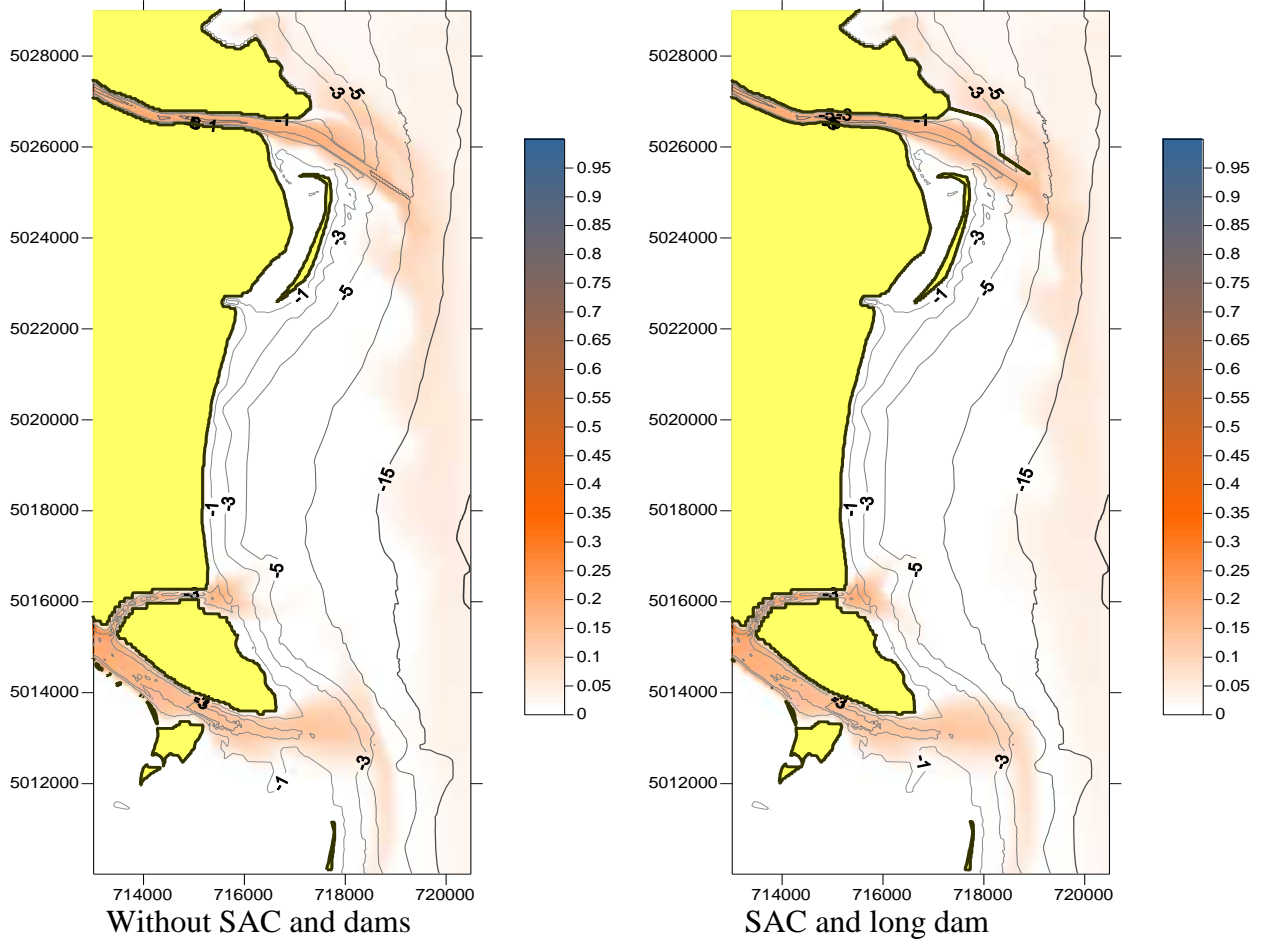
**Figure 9.42 Velocity fields at the border with northern storm waves**

***Modelling of siltation of the coastal zone with sediments of a small fraction***

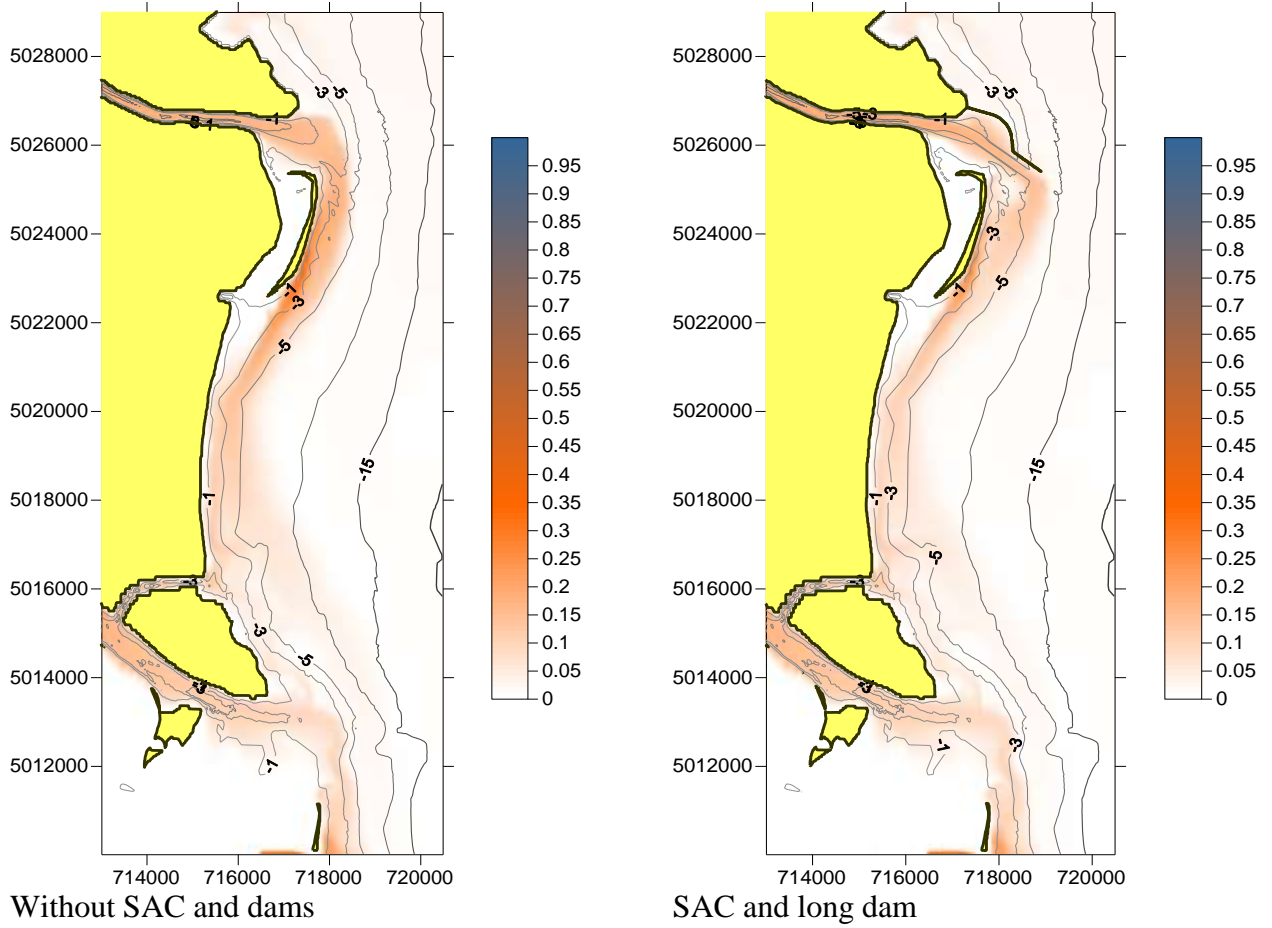
The calculated current fields in the coastal zone were used to simulate the transfer of fine (river) fraction  $D_{50}=0.02$  mm sediments, which come with the waters of the Danube and are washed out of the bottom sediments (Fig. 9.43-9.45). In accordance with the considered scenarios and the duration of storms in each of the considered directions, calculations of bottom changes (erosion and siltation) were carried out, which were made into an integral characteristic of possible morphodynamic changes during the year (Figure 9.46).



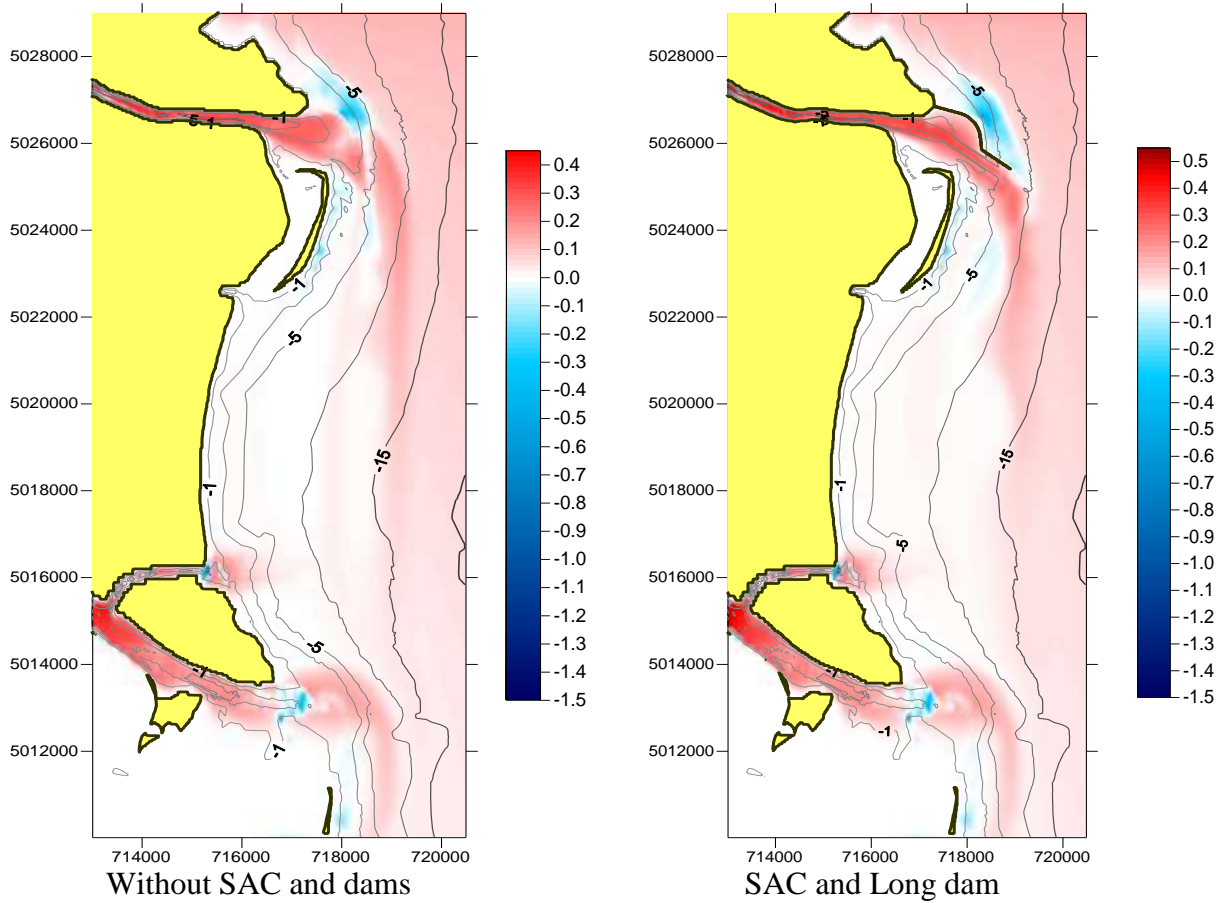
**Figure 9.43 Concentration of fine deposits in floods without storm waves**



**Figure 9.44 Concentration of fine deposits in floods with northern storm wavesand**



**Figure 9.45 Concentration of fine deposits in flooding with north-easterly storm waves**

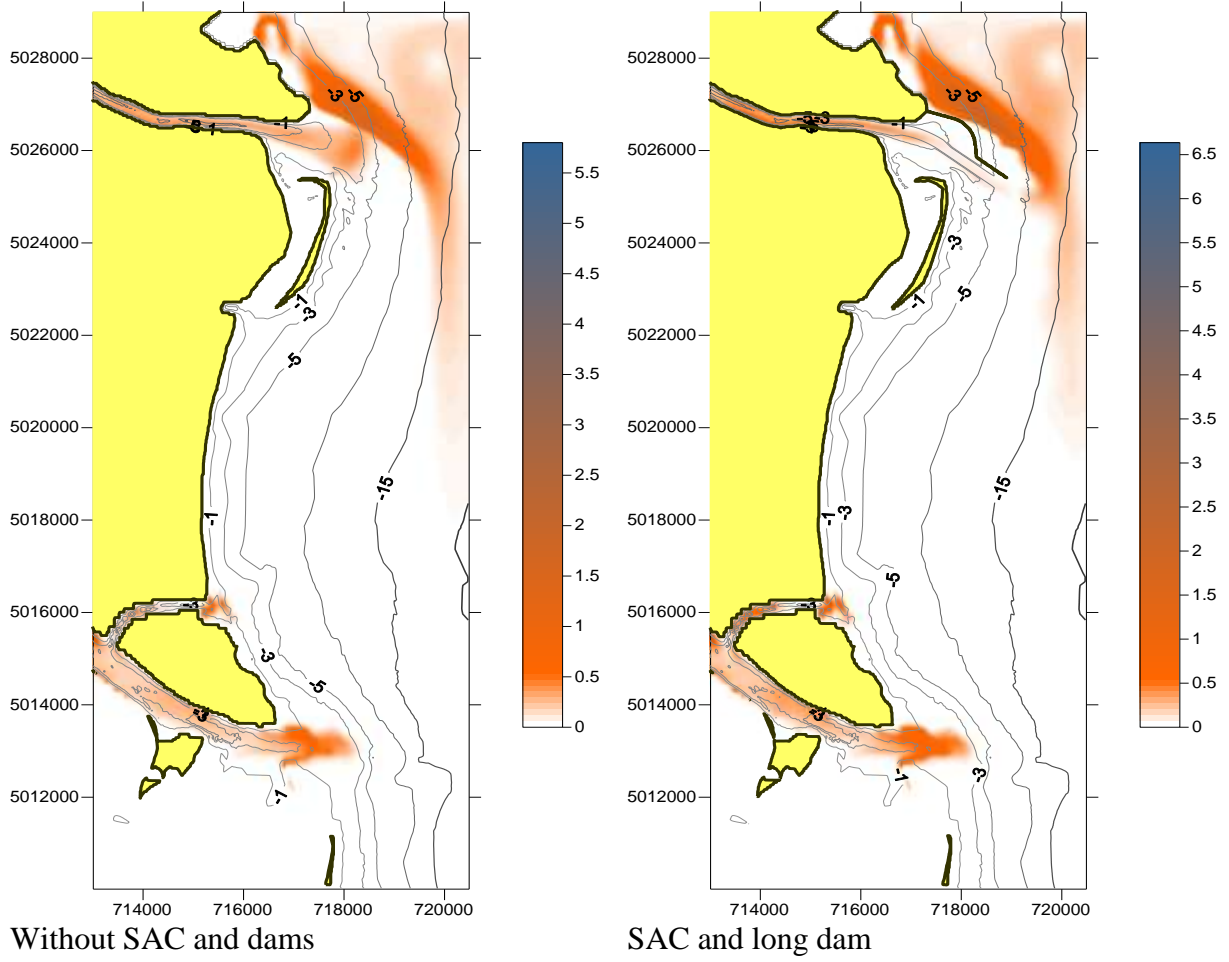


**Figure 9.46 Change in bottom marks during the year, caused by small (river) deposits ( $D_{50}=0.02\text{mm}$ )**

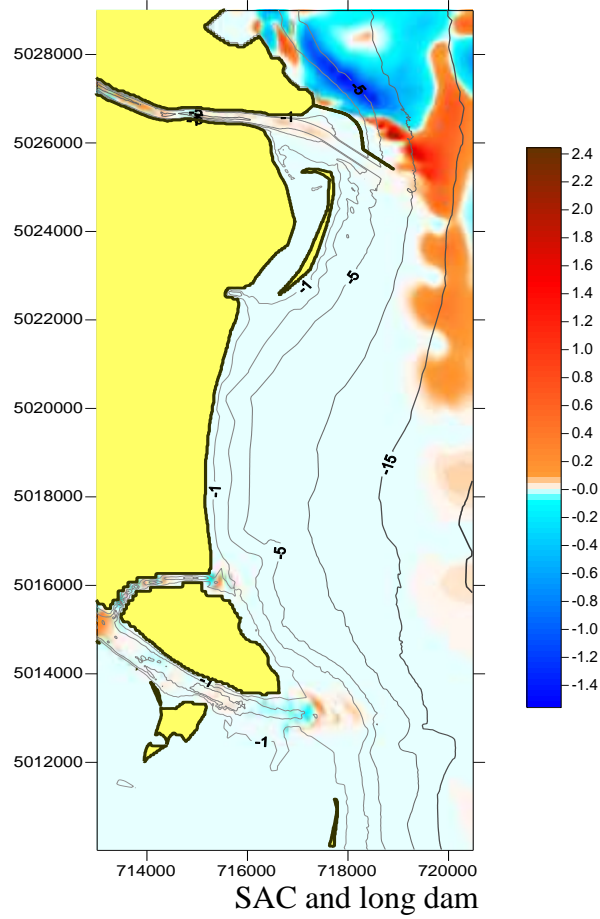
***Modelling of siltation of the coastal zone by deposits of large fractions***

The calculation of siltation by the fraction prevailing on the seabed,  $D_{50}=0.15\text{ mm}$ , was carried out only for the period of significant storm waves in the N, NE, E and SE directions. Also, siltation by coarse fraction  $D_{50}=0.12\text{mm}$  was calculated for the flood period without storm waves, since this fraction is present in flood waters in a significant concentration, while it is almost absent in the flood waters. The results of the calculations are presented in fig. 9.47-9.55.



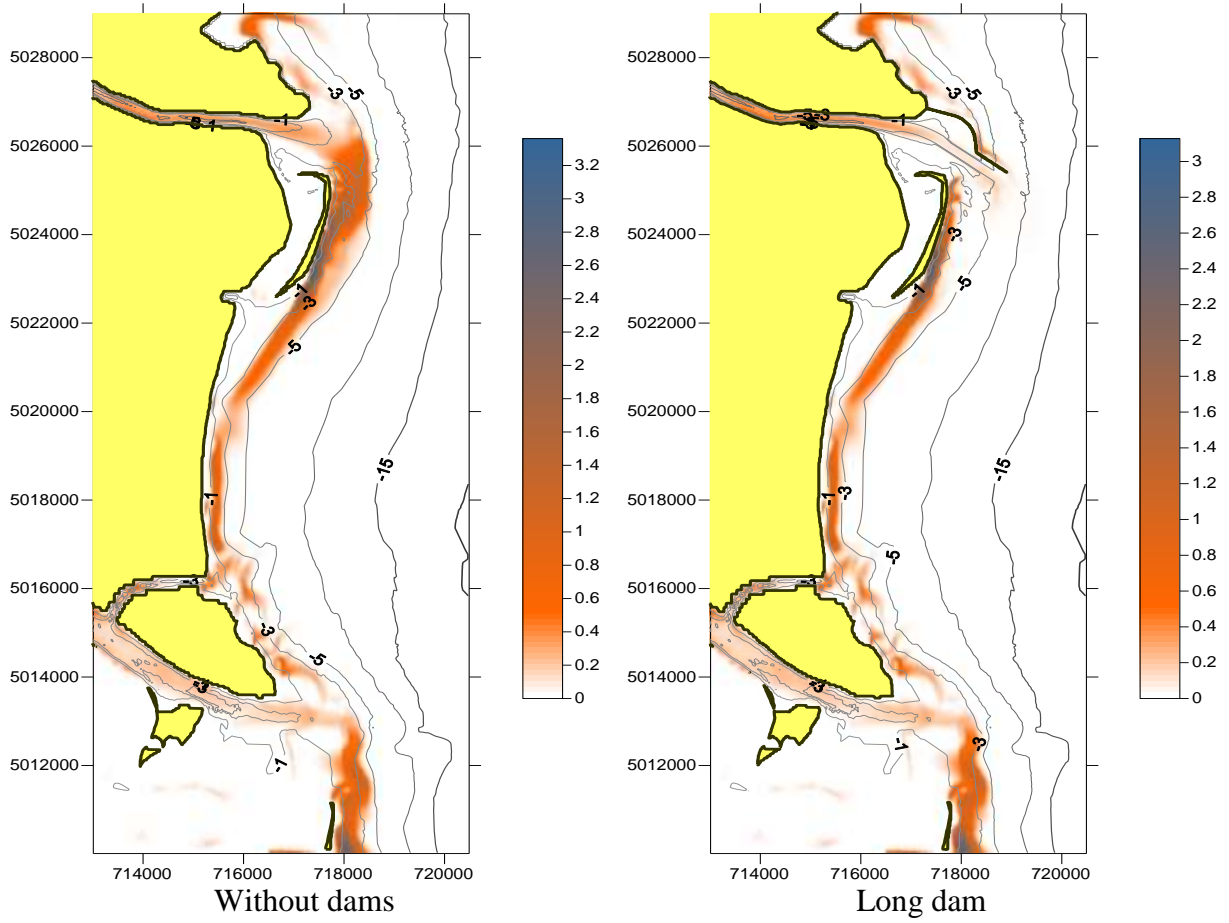


**Figure 9.47 Sediment concentration  $D_{50}=0.15$  mm in floods with N stormy waves**

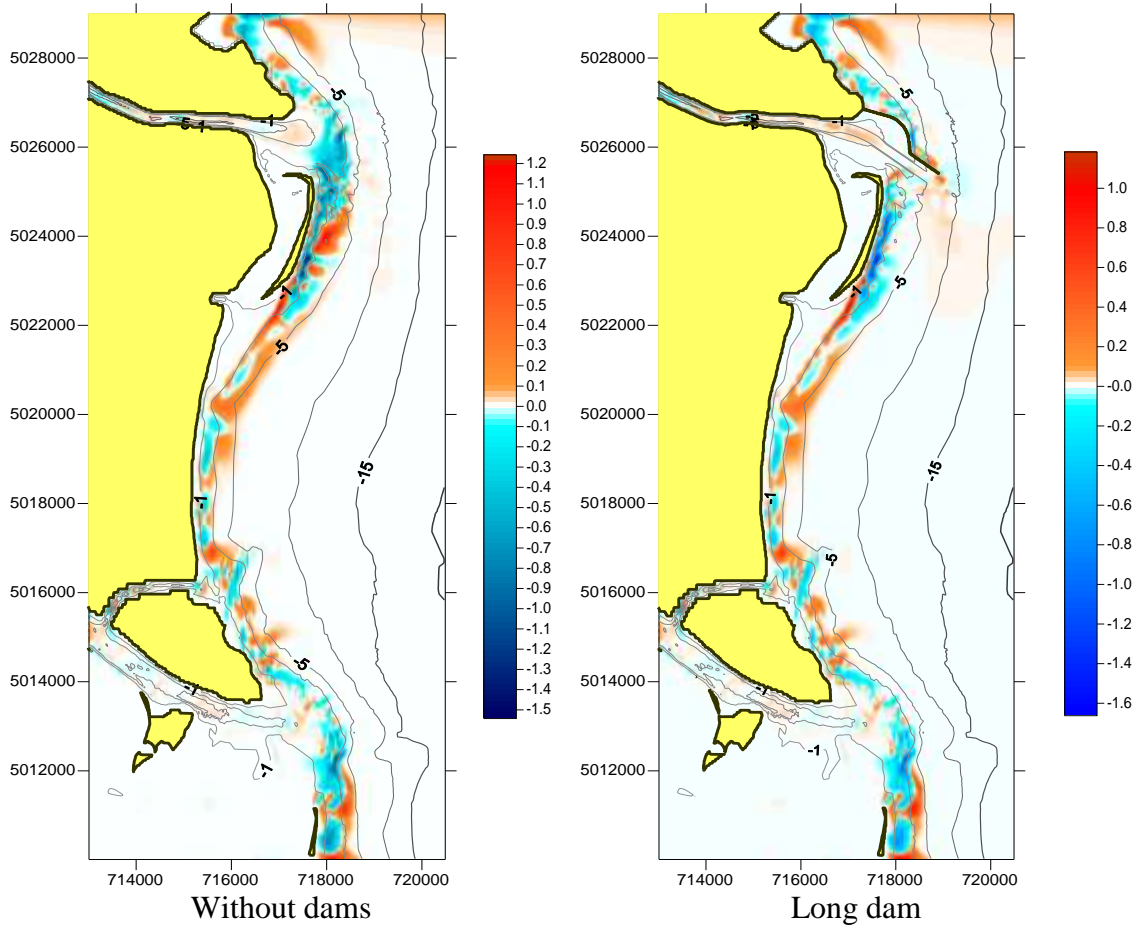


**Figure 9.48 Changing the bottom markings with drifts  $D_{50}=0.15$  mm per the period of flooding and bordered by N storm waves.**

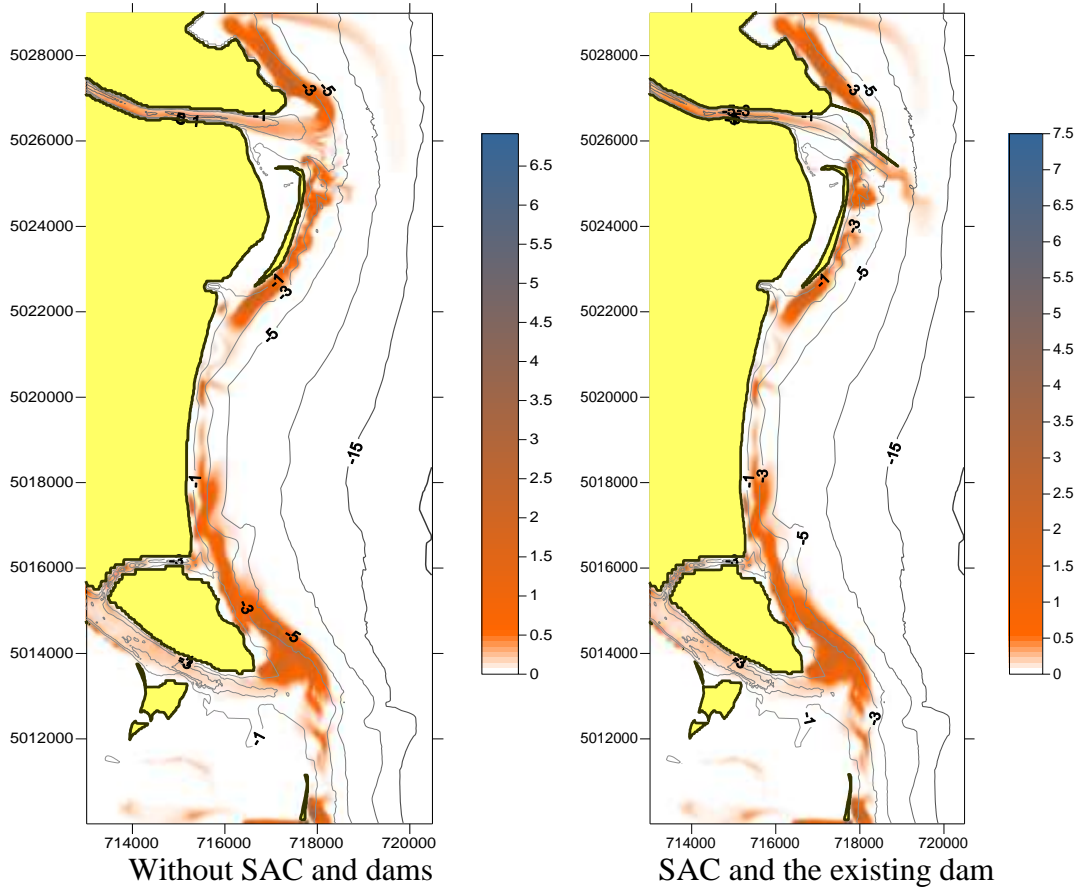




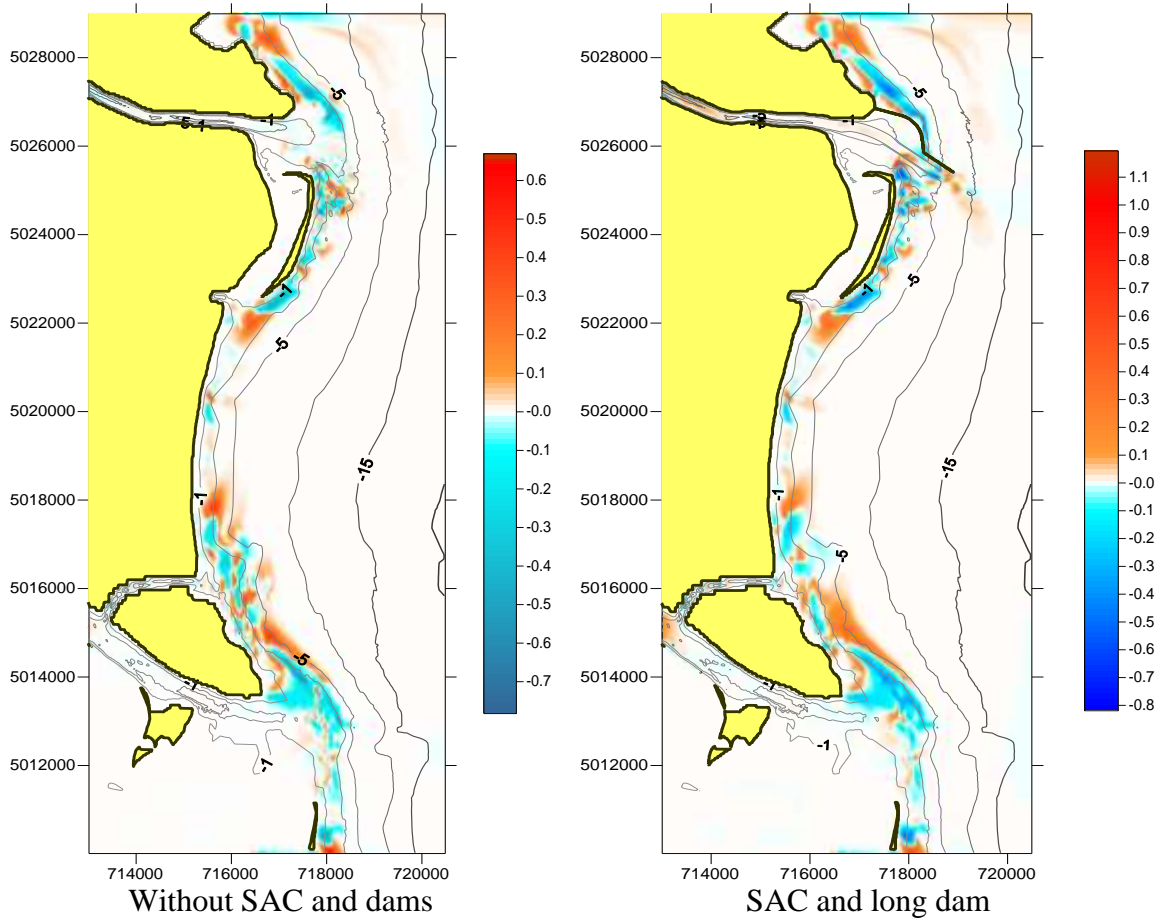
**Figure 9.49 Sediment concentration  $D_{50}=0.15$  mm in floods with NE storm waves**



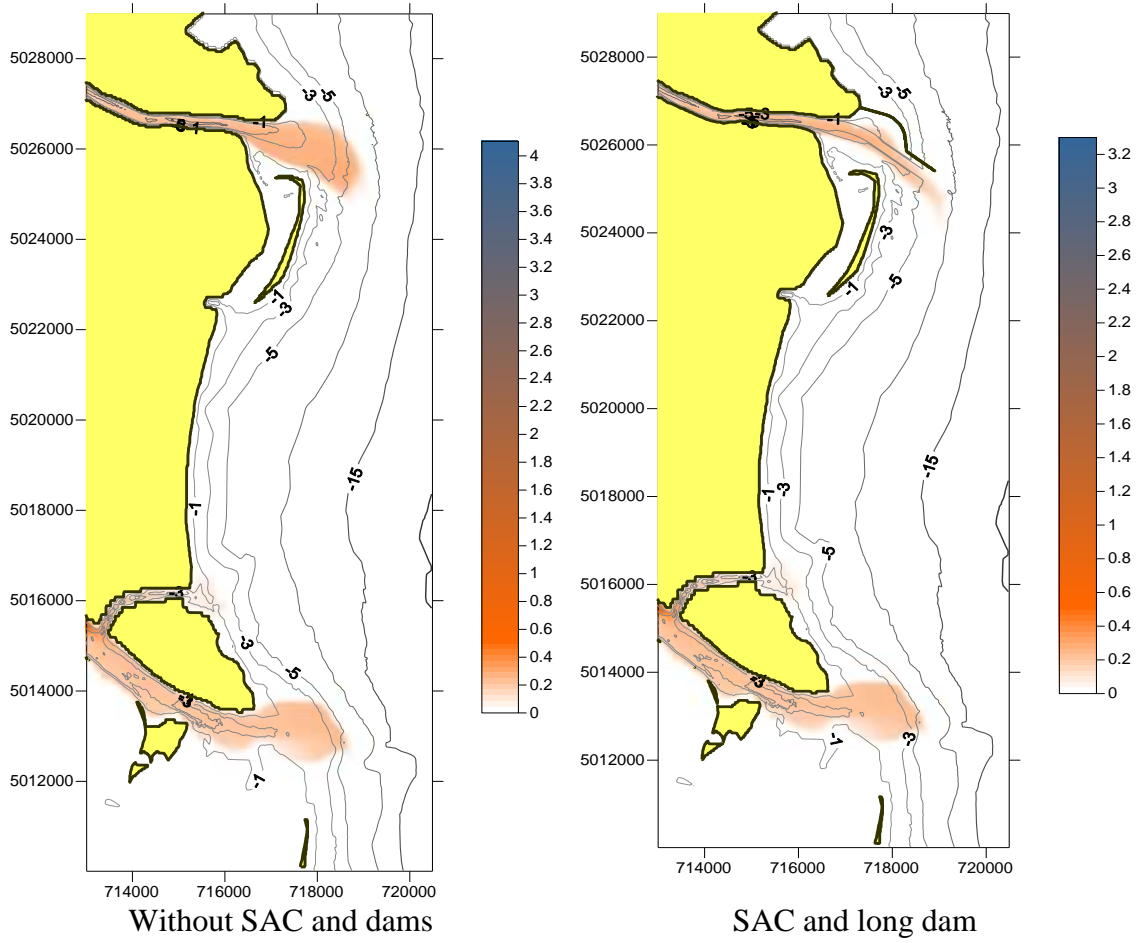
**Figure 9.50 Change in bottom marks during the flood period and sediments bordered by NE storm waves  $D_{50}=0.15\text{mm}$**



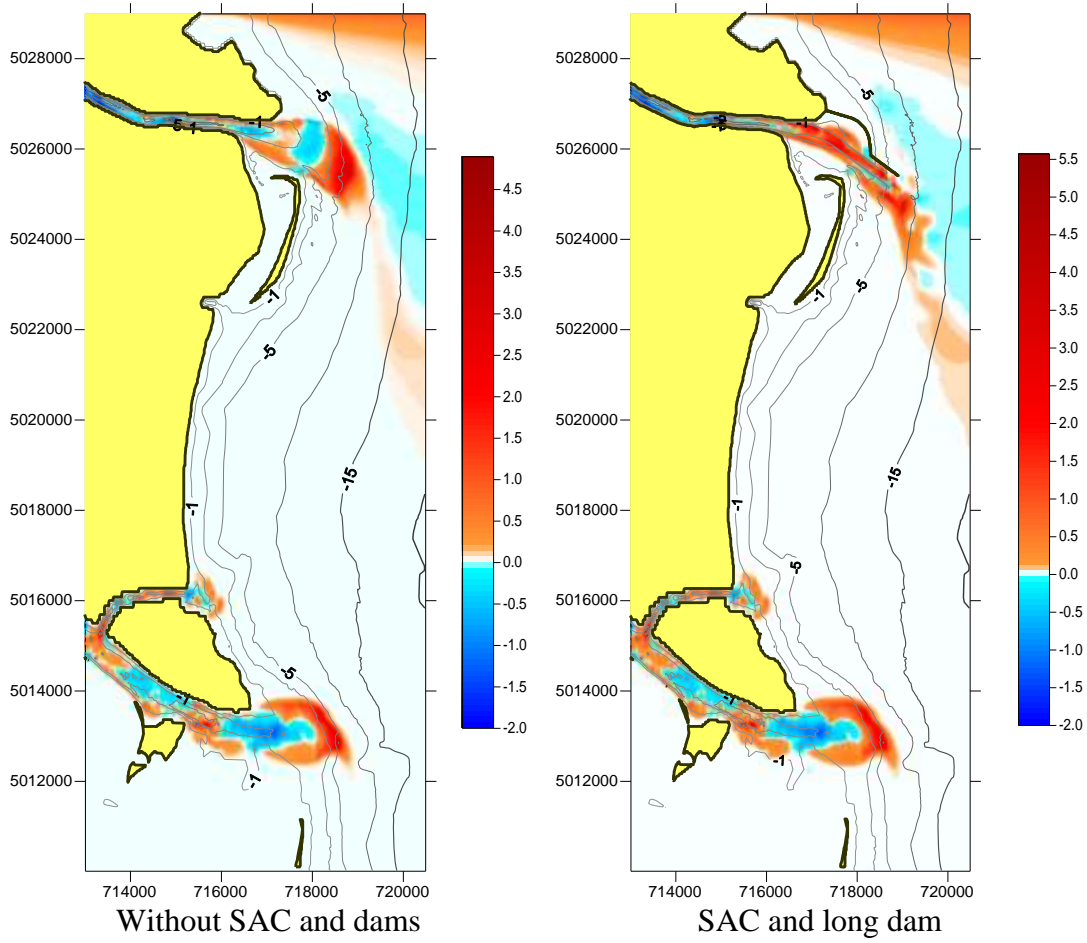
**Figure 9.51 Sediment concentration in floods with SE storm waves of sediment D50=0.15mm**



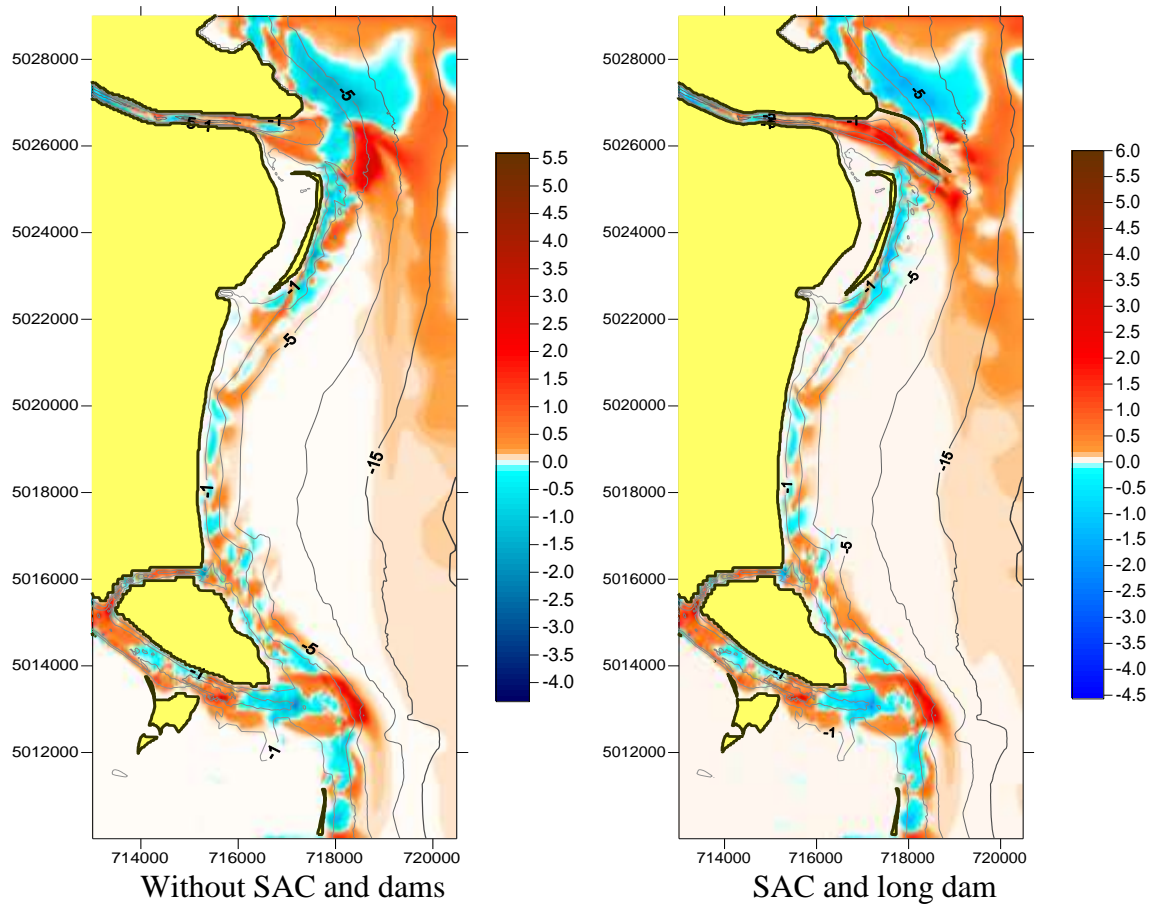
**Figure 9.52 Change of bottom marks during the flood and low water season with SE storm waves of sediment  $D_{50}=0.15\text{mm}$**



**Figure 9.53 Sediment concentration in floods without storm waves sediment D50=0.12 mm**



**Figure 9.54 Change of bottom marks during the flood period without storm waves sediment  $D_{50}=0.12$  mm**



**Figure 9.55 Total change in bottom marks for the year (small and large fractions)**

The task of the conducted modelling was to obtain estimates of the maximum possible effects of the construction of the DWNF on bottom reshaping, therefore calculations of the effects of changes in depth on the hydrodynamic fields were not performed, and all calculations were performed based on the bathymetry of the initial state of the system. Therefore, all estimates of total depth changes due to bottom reshaping, presented in the figures of this paragraph, are somewhat overestimated. Fig. Figure 9.55, which shows the total (fine and large fractions together) change in seabed level for a year, demonstrates that the impact of the construction of the hydroelectric power plant and the dam on the dynamics of erosion and siltation is observed at a distance of no more than 5-6 km south of the Bystre mouth, despite the fact that the Ukrainian-Romanian sea border passes at a distance of about 16 km from the Bystre mouth.

Forecasting of the long-term dynamics of bottom reshaping processes in this part of the sea should be carried out taking into account the data of permanent engineering monitoring.

## Conclusions from subsection 9.6

In order to clarify the assessment of the possible transboundary impact of DWNF structures in the bar zone of the Bystre arm (SAC and the barrier dam) on the coastal zone in the area between the mouth of the Bystre arm and the mouth of the Starostambulskyi arm, the IPMMS performed model calculations using the COASTOX-MORPHO modelling complex, which includes a chain of models " waves – coastal currents – transport of silt – reshaping of the bottom surface", which allows forecasting the reshaping of the bottom and shores.

The model scenarios included options without DWNF structures, and with a dam that simulates an enclosing dam with modern parameters.

**The obtained results show that the influence of the construction of the hydroelectric power plant and the dam on the dynamics of erosion and siltation is observed at a distance of no more than 5-6 km south of the mouth of the Bystre arm, despite the fact that the Ukrainian-Romanian sea border passes at a distance of about 16 km from the Bystre mouth. Such results are in good agreement with the general characteristics of sediment fields in this area, which, according to space images, form two main, practically independent systems of suspended silts: in the northern part of the district it is a field of sediments generated by an outflow from the Bystre, in the southern part – a field of sediments formed by an outflow from the Starostambulskyi arm. The presence of an enclosing dam affects only the northern system. This gives every reason to assume that even with the reconstruction of the DWNF with the construction of the southern parallel SAC enclosing dam, local changes in the morphodynamic processes in the DWNF area will not be able to cause significant transboundary effects.**

## 9.7 Results of assessment of the impact of the stream directing dam on the flows and water levels in the Bystre and Starostambulskyi arms

The stream-directing dam, designed on the left bank of the Starostambulskyi arm before the branching of the Bystre arm from it, is underwater, diving, with a head of -4.60 mBS, rising above the bottom surface by 2.00 m. The length of the dam according to the project is 350 m, the angle with the shore of the Starostambulskyi arm is 25°. The project envisages the possibility of adjusting the length of the dam on the basis of mathematical modelling, taking into account the monitoring results.

Model studies of the impact of a jet-directing dam on water flows and water levels in the Bystre and Starostambulskyi arms were carried out at the Institute of Problems of Mathematical Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine (IPMMS). According to



the simulation results, during the construction of a jet-directing dam at the fork of the Bystre and Starostambulskyi arms, the flow redistribution between them decreases by 59%, 49%, 43%, 46% and 50% relative to the DWNF option without such a dam, respectively, at costs of 7,600, 6,000, 3,400, 1800 and 1000 m<sup>3</sup>/s and is from 0.3% to 0.6% of the flow of the Old Istanbul branch below the fork.

Changes in the water level in the Starostambulskyi arm, associated with the redistribution of runoff, in the presence of a stream-directing dam, are reduced by approximately 75% in a 10-km section at a flow rate of 7,600 m<sup>3</sup>/c, by 60% at a consumption of 6000 m<sup>3</sup>/c and by 50% at a consumption of 3400 m<sup>3</sup>/c. At minimum costs, the difference between the values becomes too small to calculate a percentage ratio and is within the margin of error.

Thus, although the impact of the above-designed bifurcation of the arms of the Bystre and Starostambulskyi stream dams on the distribution of the Danube flow between these branches and on the water level in these branches is generally insignificant, it is commensurate with the changes in these parameters predicted as a result of the construction of the sea approach channel of the DWNF through the Bystre arm bar.

**A jet dam reduces the impact of the construction of the water treatment plant on the hydrological parameters of the Starostambulskyi arm by 40-60% in terms of water consumption and by 50-75% in terms of water levels.**

Model studies of the effect of a jet-directing dam on the hydrodynamic characteristics of currents in the branching area of the main channel flow between the Bystre and Starostambulskyi arms were conducted at the Institute of Hydrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine (IHM). The results of numerical modelling indicate the possibility of local hydrodynamic effects of the construction of a stream-directing dam, in particular:

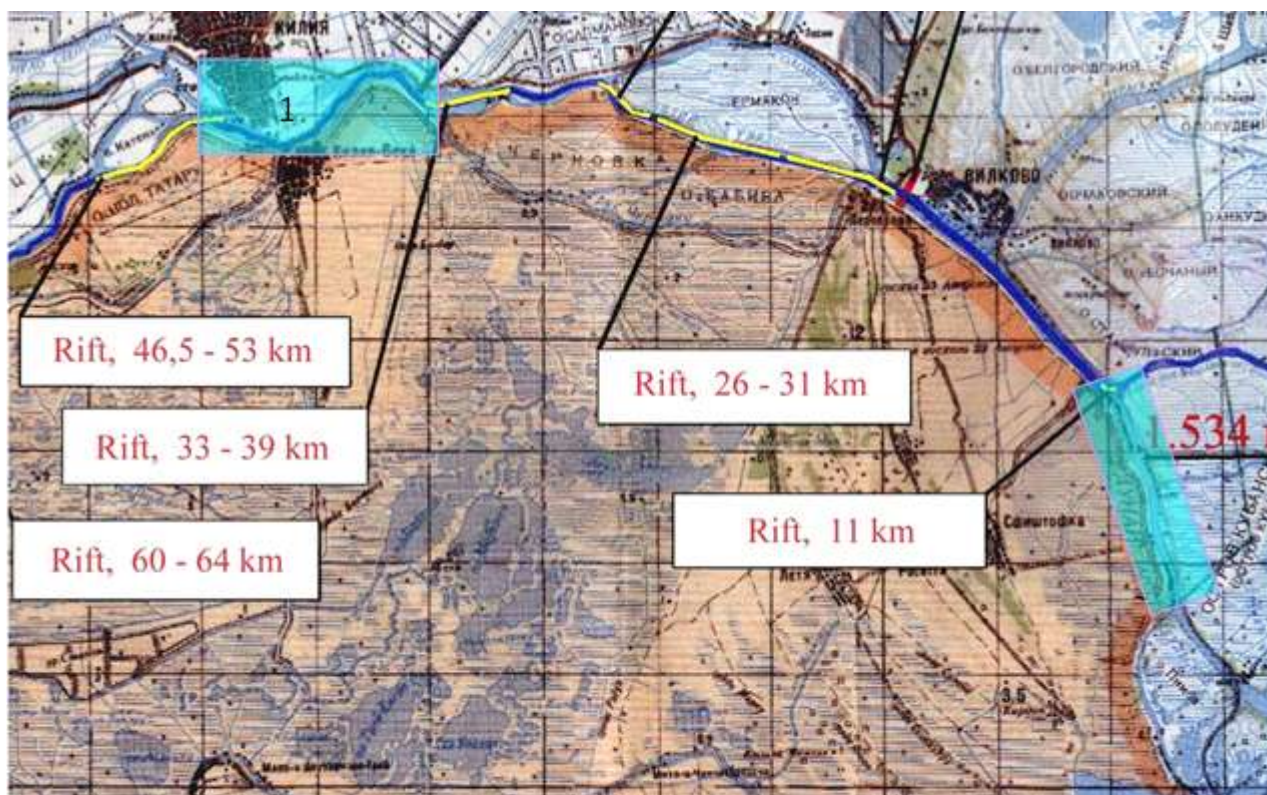
- a decrease in the current velocity at the entrance to the Bystre arm and in the Starostambulskyi arm immediately below the fork, with the restoration of the velocity profile approximately 1 km after the dam to the form it had in the case without the dam (Fig. 9.91);
- restructuring of the eddy structure of the current in the region, namely the weakening of the eddy zones near the shores of the Bystre arm and along the shores of the Starostambulskyi arm (Fig. 9.92) (the latter is important in a transboundary context, as it can positively affect sediment deposition processes and coastal stability in this area);
- an increase of 2-6 cm in the water level both in the adjacent area of the Starostambulskyi arm and in the outlet of the Bystre arm

Thus, the results of the model calculations do not give grounds for predicting an increase in the instability of the right bank of the Starostambulskyi arm due to the construction of a jet-directing dam in the area of the branching of the Bystre arm.

### 9.8 Calculation results of the increase in the concentration of suspended substances downstream from the dredging sites

In order to assess the cross-border impact of increasing the turbidity of the Danube water during dredging operations in the channel part of the DWNF, predictive calculations of the distribution of finely dispersed suspended solids in the channel of the Kiliya and Starostambulskyi arms were performed, since the state border between Ukraine and Romania passes along the channel of these arms.

The following plots were selected for calculation: 1 – from the to be cleared overpass in the Kiliyskyi arm on 47 km of the DWNF highway to the fork between the Kiliyskyi arm and the Babin arm and 2 – from the overpass in the Starostambulskyi arm to be cleared at the point of its fork with the Bystre arm (11 km of the DWNF highway) to the fork between the Starostambulskyi and Musura arms (Fig. 9.56).



1

settlement plots

**Figure 9.56 Location of calculated sections of the channels of the Kiliyskiy and Starostambulskiy arms when conducting model calculations of increasing water turbidity during dredging operations**

In these areas, the transboundary aspects of the impact of increased water turbidity due to dredging operations may be most noticeable. In the first case, this is connected with the branching of the Babina arm into the territory of Romania, and in the second - with a decrease in the flow of water along the Starostambulskiy arm below the branching of the Bystre arm and, accordingly, an increase in the share of the turbid water stream in the general flow.

Calculations were performed under the conditions of minimum annual costs of 95% supply in the Kiliya arm, and the distribution of minimum costs between the branches of the Kiliya delta was based on the results of hydrological observations in 2001-2003 [9] (table. 9.15).

**Table 9.15 – Estimated costs of arms**

<b>Arm</b>	<b>Share of runoff, % of the runoff of the Kiliyskiy arm</b>	<b>Exes of water, m<sup>3</sup>/c</b>
Kiliyskiy (below Kiliya)	100	1350.0
Babyn	32.0	432.0
Ochakiv arm	22.1	298.3
Bystre	39.3	530.6
Starostambulskiy (lower branching with Bystre)	36.1	487.4

Taking into account the smooth distribution of stream jets at the branching point of the Kiliyskiy and Babin arms, it was assumed that the part of the water flow that is adjacent to its right bank and proportional to the share of the flow of the arm in the total flow of the Kiliyskiy arm above the fork enters the Babin arm.

The place of soil development for each rollover was taken on the existing fairway, which corresponds to the maximum approach to the right bank in the Kiliyskiy and Starostambulskiy arms (according to the work execution project).

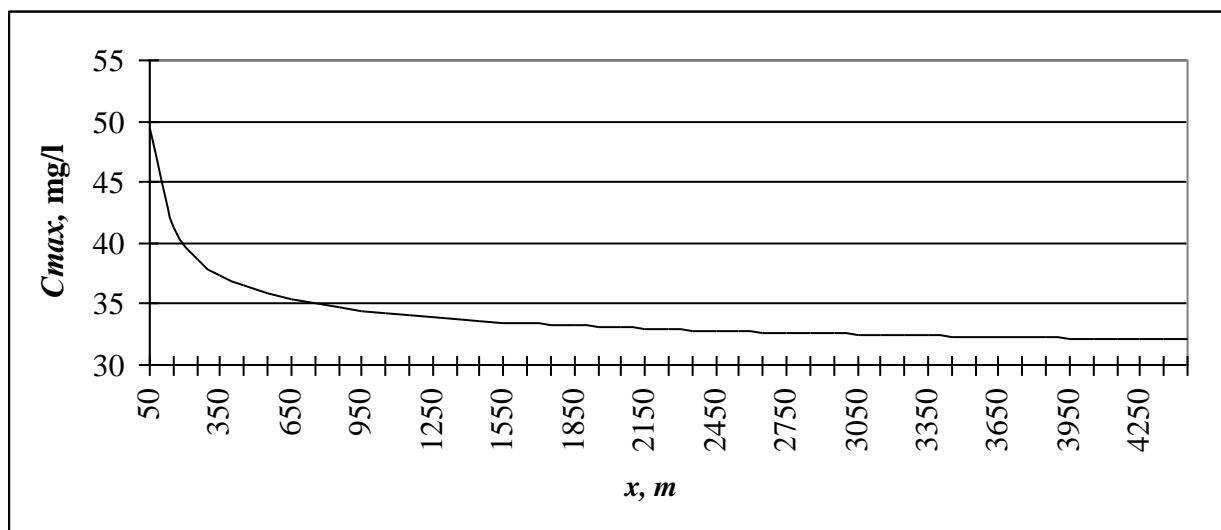
The calculation was carried out for the working conditions of the 47 km section of two dredges with a passport capacity of 1000 m<sup>3</sup> of soil per hour each and standard soil losses – 2%. The volume of soil mined simultaneously by both dredges is taken as 1200 m<sup>3</sup>/ hour taking into account the asynchrony of their work and the wear and tear of the equipment. On the 11 km section, one dredger was supposed to work with a volume of soil extraction of 800 m<sup>3</sup>/hour. The density of the previously loosened soil, which is mined,  $w$  accepted 1.6 g/cm<sup>3</sup>, the share of the fraction that creates a stable is 5%.

When determining the initial concentration of suspended substances in the immediate vicinity of the soil development site with two dredgers, it was assumed that the dredgers are at the

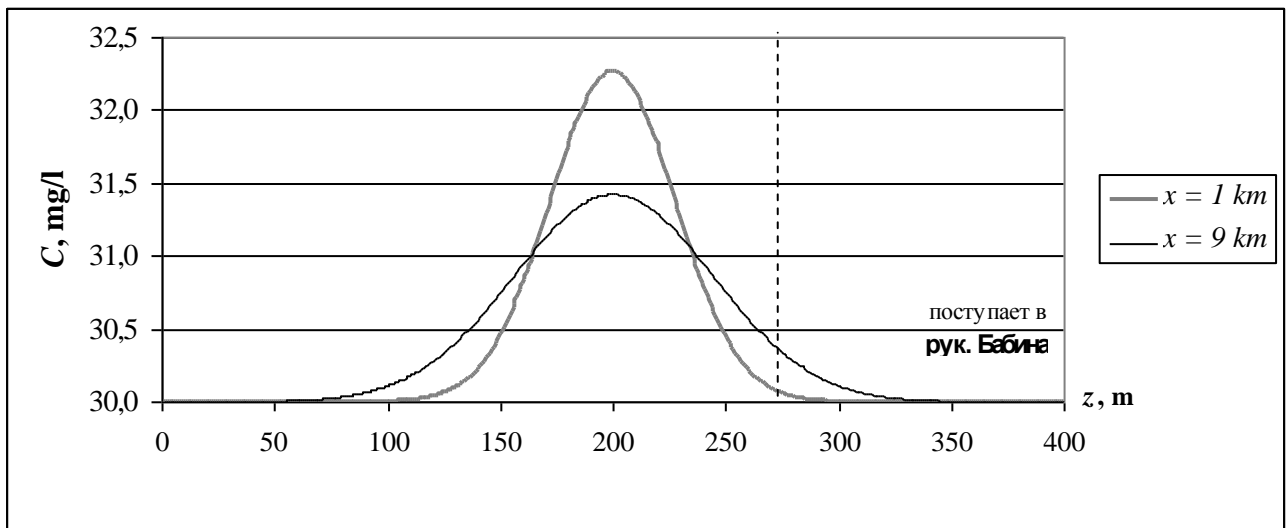
same distance from the shore, the distance between them along the length of the stream is 50 m, and short-term movements of the working bodies take place within 10 m. Under such conditions, the maximum calculated average hourly concentration of suspended substances below the soil development site was  $50 \text{ mg/dm}^3$  taking into account the background content of suspended substances in water, accepted for the conditions of the summer limit equal to  $30 \text{ mg/dm}^3$ .

The results of the calculations of the spread of the plume of increased water turbidity downstream from the dredging sites in the sections of the channel of the Kiliyskyi and Starostambulskyi arms, performed according to the methodology described in section 6, are shown in Figures 9.57 - 9.59.

Calculations showed that for conditions of the minimum annual consumption of 95% of the provision and simultaneous work on the rolling of two dredgers located nearby, the increase in the concentration of suspended substances in the water of the Kiliya branch along the axis of the plume of increased turbidity already at a distance of 50 m from the dredges does not exceed  $20 \text{ mg/dm}^3$ , at a distance of 100 m -  $10 \text{ mg/dm}^3$ , and at a distance of  $>1 \text{ km}$  from the place of work - by  $2.7 \text{ mg/dm}^3$ . (Fig. 9.57).



**Figure 9.57 – The dynamics of the decrease in the maximum concentration of suspended substances along the axis of the polluted water stream as it moves away from the location of the dredges' work**

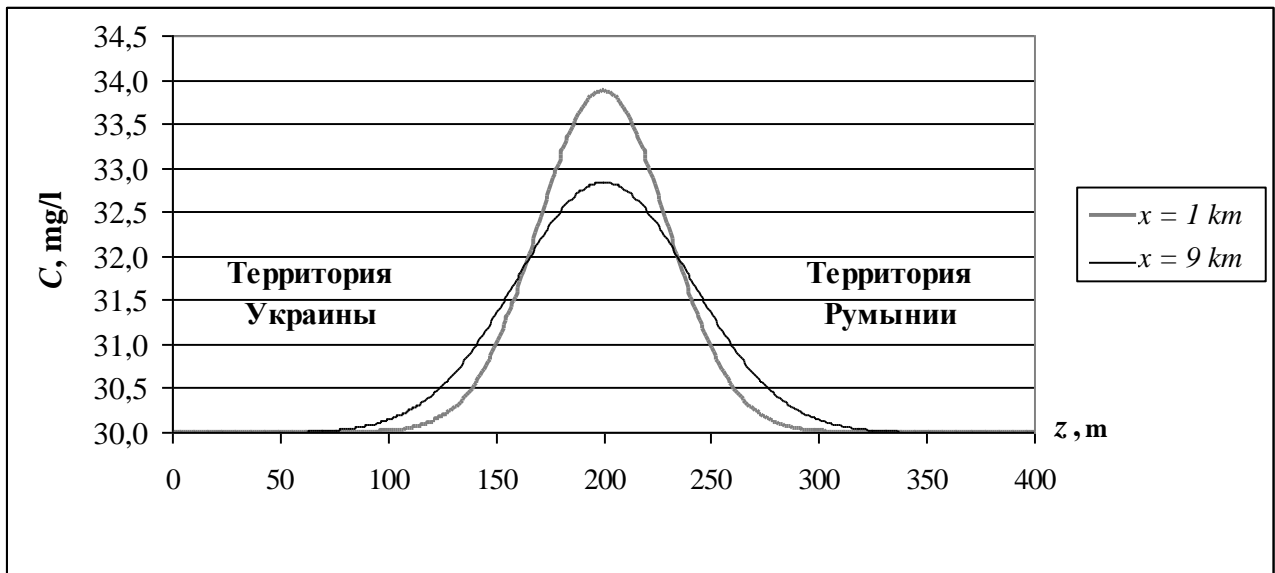


**Figure 9.58 Estimated distribution of finely dispersed suspended solids in the cross-section of the channel of the Kiliya arm at distances of 1 and 9 km from two dredgers, which develop rolling on 47 km of the DWNF route.**

From fig. 9.58 it can be seen that, according to the results of the calculations, the concentration of finely dispersed suspended substances in the water in the Kiliya arm as a result of dredging works at a distance of 1 km downstream from the place of simultaneous operation of two dredgers will exceed the background value ( $30 \text{ mg/dm}^3$ ) less than  $2.5 \text{ mg/dm}^3$  along the axis of the plume of increased turbidity. At a distance of 9 km, at the branching point of the Babin arm, this excess will be less than  $1.5 \text{ mg/dm}^3$ . Such excesses cannot significantly affect the quality of water and the reproduction conditions of fish populations.

The main mass of suspended matter falling into the water column during the operation of dredges on the fairway will remain in the estimated section of the Kiliyskiy arm within the central stream of water at a distance of more than 100 m from the shores. **As a result, the increase in suspended solids in the water flowing from the Kiliyskiy arm to the Babin arm at the maximum design approach of the dredgers to the branching point of the arms will be less than  $0.1 \text{ mg/dm}^3$ . Such cross-border influence is insignificant.**

In the Starostambulskiy arm, the only place for dredging works under the DWNF project is the branching point of the Starostambulskiy and Bystre arms on 11 km of the route. In fig. 9.59 presents the results of calculations of the spread of the plume of increased turbidity from the dredger operating at this location on the fairway of the Starostambulskiy arm. In this case, the increase in the content of finely dispersed suspended substances in the water at a distance of 1 km downstream will not exceed  $4 \text{ mg/dm}^3$  along the fairway, and at a distance of 8 km (at the branching point of the Musura arm) will be less than  $3 \text{ mg/dm}^3$ .



**Figure 9.59** Estimated distribution of finely dispersed suspended solids in the cross-section of the channel of the Starostambulskyi arm at distances of 1 and 8 km from the dredger, which develops a roll on 11 km of the DWNF route.

As in the previous calculation case, the plume of increased turbidity will not approach the shores of the arm at a distance of less than 100 m and, thus, will not reach the Romanian coast. **Under these conditions, the cross-border impact of dredging operations is also insignificant.** Measurements of the concentration of suspended solids at distances of 0.5 km and more downstream from the dredgers operating in the channel of the Kiliya arm did not reveal a reliable increase in the values of this indicator compared to the control point above the dredging site. This is natural, taking into account the negligible impact of these works on the turbidity of water in the conditions of the Kiliya arm, compared to the significantly greater temporal and spatial fluctuations of the concentration of suspended substances in the water of the arm (during field measurements, the background concentration of suspended substances in the water reached  $200 \text{ mg/dm}^3$ , and its fluctuations significantly exceeded the expected man-made increase in suspended solids concentration).

### Conclusions to subsection 9.8

The transboundary aspects of the impact on fish of an increase in the concentration of suspended solids downstream from the place of dredging may consist, firstly, in the impact on fish of an increase in the concentration of suspended solids directly in water bodies entering the territory of Romania (direct transboundary impact) and, secondly, -secondly, in suppressing the development of young fish in the watercourses of the Ukrainian part of the Danube Delta, which will cause a general decrease in the Danube river - Black Sea migratory fish populations, and this will affect the state of these populations in the entire delta, including in the Romanian part of the delta (mediated transboundary impact) .

According to the results of the model calculations of the spread downstream of plumes of suspensions from dredgers in critical sections of the Kiliyskyi and Starostambulskyi arms from the point of view of possible direct transboundary impact, the increase in the concentration of suspended substances in watercourses on the territory of Romania will not exceed  $0.1 \text{ mg/dm}^3$ , which will in no way affect the conditions of existence and reproduction of ichthyofauna.

Along the axis of the plume of increased water turbidity, the concentration of finely dispersed suspended substances at a distance of 1 km downstream will not exceed  $4 \text{ mg/dm}^3$ , and at a distance of 8 km will be less than  $3 \text{ mg/dm}^3$ . Under the conditions of normal background concentrations of suspended substances in the branches of the Danube, such an increase is practically imperceptible and cannot have a significant large-scale impact on the ichthyofauna, i.e. **the transboundary impact of dredging is likely to be only minor.**

### **9.9 Transboundary aspects of the impact of the placement of soil dumps, dredging operations and the creation of coastal protection structures on ichthy and avifauna due to the loss of their habitats based on the results of field studies**

The main volume of dredging works on the rolling stock in the channel of the Kiliyskiy arm will be carried out by earth-sucking dredgers with direct transportation to the coastal hydraulic pits of the soil. Individual areas within the rolling stock with dense soils and/or significantly distant from the coastal dump are planned to be developed with multi-bucket dredgers with transportation to coastal hydraulic dumps by double transshipment: the soil lifted from the bottom by a dredger is loaded onto self-propelled dredges, which transport it to a specially designated shallow place near the shore with a slow current, and there it is unloaded into a specially created depression, from where this soil is pumped into a coastal dump by a stationary suction dredger. At the same time, localization of the spot of increased turbidity during transshipment is ensured and additional damage to the bottom is minimized.

Locations of coastal soil dumps along the left bank of the Kiliya arm and their characteristics are presented in section 1. Water dumps will be located outside protected and other valuable natural lands and cannot cause a significant negative transboundary impact.

The use of channel hydraulic dumps is not provided for

Coastal protection structures include a jet-directing dam on the left bank of the Starostambulskiy arm before the branching of the Bystre arm and four areas of coastal fortification, of which sections No. 1 and 2 are located at the fork of the Bystre and Starostambulskiy arms (see fig. 3.7), and Nos. 3 and 4 - downstream along the shore of the Bystre arm. The last two areas are not classified as priority construction sites, and their need and final configuration will be clarified based on the results of monitoring. Structurally, the shore fortification is a pile made of stone over a layer of crushed stone, which should divert the flow of water from the shore.

**Ichthyological studies**, conducted in 2005-2008, showed that the main impact of dredging, creation of coastal protection structures, and soil storage during the restoration of marine ecosystems can be on the food base of fish and, to a lesser extent, on their early juveniles. However, benthic communities recover quickly enough, and the effect of an increased amount of suspended matter on zoo- and phytoplankton can have only local significance, since planktonic communities are very dynamic.

Shore fortification measures are planned for areas that have signs of erosion threat due to the natural processes of development of the Bystre arm. Therefore, damage to benthos communities and coastal biocenoses within these areas is probable even if the planned activity is abandoned. Such areas usually have an underdeveloped benthos and are not attractive for fish and birds, so their



natural and man-made damage cannot lead to significant negative effects on the ichthyo- and ornithofauna, especially in a transboundary context.

The areas of overturning in the channel of the Kiliya arm, where the main amount of dredging work is concentrated, also, as a rule, have poorly developed zoobenthos, since these areas are characterized by increased current speeds and periodic redeposition of bottom sediments (mainly sand).

This is evidenced by the results of postseason studies of macrozoobenthos conducted from October 2004 to November 2005. A part of these results, namely the results of the analysis of benthos samples taken along the fairway of the arms along which the DWNF route passes, is presented in Table 9.16.

It can be seen from the table that the samples taken from the roll-overs and from other sections of the channel with similar conditions (depths of 5-8 m) are mostly quite poor in terms of quantity, regardless of whether dredging operations were carried out in these sections or not. At the same time, it is impossible to reliably assess the impact of dredging operations on the development of benthos based on the results of expedition research, given the inherent mosaicism of benthic communities and the practical impossibility of accurately observing the spatial identity of sampling sites in different seasons.

Taking this into account, after the resumption of dredging operations on the fairways, in the next expeditions under the Integrated Ecological Monitoring program, parallel sampling of benthos from relatively close paired areas along the fairway, one of which was dredging and the other was not, is planned.



Station No.	Stations name	Depth, m	Substrate	Amount and biomass of the main groups of macrozoobenthos organisms (above the line - number (spec./m <sup>2</sup> ), under the line - biomass (g/m <sup>2</sup> ).														
				General	Oligochaeta	Polychaeta	Gammaridae	Corophiidae	Mysidacea	Cumaceae	Isopoda	Bivalve	Gastropods	Chironomidae	Ceratopogonidae	Heteroptera	Trichoptera	
9	I roll, 69 km	9	sand	<u>340</u> 2.92	<u>320</u> 0.22	-	-	-				-	-	<u>20</u> 2.7	-	-		-



Continuation of table 9.16

Station No.	Stations name	Depth, m	Substrate	Amount and biomass of the main groups of macrozoobenthos organisms (above the line - number (spec./m <sup>2</sup> ), under the line - biomass (g/m <sup>2</sup> ).													
				General	Oligochaeta	Polychaeta	Gammaridae	Corophiidae	Mysidacea	Cumaceae	Isopoda	Bivalve	Gastropods	Chironomidae	Ceratopogonidae	Heteroptera	Trichoptera
7	65.5 km, place of work "E. Kolodochka"	7		$\frac{40}{0.24}$	$\frac{40}{0.24}$												
9	Below Kiliya, 39 km	17.5		$\frac{1100}{5.43}$	$\frac{60}{0.02}$		$\frac{820}{4.98}$	$\frac{80}{0.03}$									$\frac{140}{0.4}$
10	Below Kiliya, 32 km	8		$\frac{440}{28.92}$	$\frac{170}{1.89}$		$\frac{20}{0.045}$	$\frac{10}{0.005}$			$\frac{10}{0.01}$	$\frac{20}{3.6}$	$\frac{50}{22.4}$				$\frac{160}{0.97}$
11	Above Vylkove, 21 km	16		$\frac{340}{2.15}$	$\frac{120}{0.04}$		$\frac{180}{2.08}$							$\frac{40}{0.03}$			
15	Bystre, 0 km	4.5		$\frac{1705}{9.25}$		$\frac{6}{0.05}$	$\frac{1666}{8.8}$					$\frac{33}{0.4}$					
16	Bystre, "- 0.5" km	5.5		$\frac{40}{0.04}$		$\frac{20}{0.02}$	$\frac{20}{0.02}$										
17	Bystre, "- 1" km	10		$\frac{60}{0.12}$		$\frac{60}{0.12}$											
18	Bystre, 0.5 km	6		$\frac{60}{0.24}$		$\frac{40}{0.18}$	$\frac{20}{0.06}$										
19	Bystre, 2 km	10		$\frac{1880}{4.964}$			$\frac{840}{3.6}$	$\frac{1000}{1.3}$	$\frac{20}{0.04}$			$\frac{20}{0.024}$					
22	Starostambulskiyi, 11 km	9		$\frac{760}{4.92}$	$\frac{720}{4.86}$		$\frac{40}{0.06}$										
<b>November 2005</b>																	
4	Kiliyskiy arm, above Izmail, 103 km			$\frac{60}{0.88}$			$\frac{60}{0.88}$										
5	below Izmail, 89.9 km			$\frac{120}{0.316}$	$\frac{40}{0.02}$	$\frac{40}{0.006}$	$\frac{20}{0.28}$							$\frac{20}{0.01}$			
7	69 km above the working area			$\frac{440}{0.07}$	$\frac{180}{0.01}$			$\frac{20}{0.03}$			$\frac{40}{0.01}$			$\frac{200}{0.02}$			
6	69 km, rolling			$\frac{460}{1.962}$	$\frac{20}{0.002}$		$\frac{200}{1.88}$	$\frac{180}{0.06}$						$\frac{60}{0.02}$			



Within the sea, the areas where dredging and dumping are repeated annually are located within the sea approach channel (SAC) and marine slurry dump (MSD). Generalized monitoring data on the granulometric composition and contamination of dredging soils stored at MSD are given in table. 9.17 and 9.18.

**Table 9.17 - Generalized granulometric composition of dredging soils**

Granulometric composition of dredging soils, %											Density, g/cm <sup>3</sup>
>10 mm	>5 mm	>2 mm	>1 mm	>0.5 mm	>0.25 mm	>0.10 mm	>0.05 mm	>0.01 mm	>0.005 mm	<0.005 mm	
0.1	0.2	0.2	2.1	1.5	17.1	63.2	6.5	4.2	0.8	2.7	1.40

**Table 9.18 Generalized characteristics of the content of pollutants in dredging soils**

The content of pollutants in dredging soils, mg/kg					
petroleum products	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn
78	0.088	0.34	15.0	11.5	45.1

The given data indicate that the bulk of the dredging soils stored at the MSD is the sand fraction, and the general contamination of these soils with toxic substances is insignificant.

In May 2008, samples were taken at three stations within the SAC. Station 1 was located directly at the dredging site, Station 3 was located in the SAC further downstream, and Station 2, also in the SAC but a considerable distance seaward of the dredging area. The studied area was characterized by the poverty of quantitative and qualitative indicators of macrozoobenthos development. A total of 3 taxa were identified, 2 species of worms, 1 species of crustaceans, the average number (N) was 50 specimens/m<sup>2</sup>, and biomass (B) – 0.26 g/m<sup>2</sup> (tab. 9.19).

At the dumping station - 9 macrozoobenthos organisms were not found, which is a consequence of the dumping of soil from the dredging of the SAC.

**Table 9.19 – Results of macrozoobenthos research in May 2008.**

Taxa	Sea approach channel of DWNF						Dumping		Average by area	
	st. 1 (dredging)		st. 2		st. 3		st. 9		N	B
	N	B	N	B	N	B	N	B		
<i>Polydora ciliata</i>	0	0	40	0.12	0	0	0	0	10	0.03
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	80	0.24	0	0	0	0	20	0.06
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	40	0.28	0	0	40	0.4	0	0	20	0.17
Total	40	0.28	120	0.36	40	0.4	0	0	50	0.26
Number of taxa	1		2		1		0		1	

In September 2008, 6 samples of macrozoobenthos were taken in the area of the SAC, the construction site of the shallow-water fragment of the northern containment dam, and at the site of the marine hydraulic dump. The results of the research are given in Table 9.20.

**Table 9.20 – Qualitative composition, number (N, specimens/m<sup>2</sup>) and biomass (B, g/m<sup>2</sup>) of the macrozoobenthos in the coastal area near the mouth of the Bystre arm in September 2008.**

Taxa	Dam		Dam construction				SAC				Dumping		Average		
	st.1		st.2		st.3		st.7		st.8		st.9		N	B	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B			
<i>Neanthes succinea</i>	680	6.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	2.01	177	1.442
<i>Polydora ciliata</i>	40	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1830	1.64	312	0.28
<i>Oligochaeta g. sp.</i>	0	0	0	0	80	1.44	0	0	0	0	0	60	0.05	23	0.248
<i>Pontogammarus maeoticus</i>	0	0	2000	5.6	2720	24	0	0	0	0	0	0	0	787	4.933
<i>Kellya suborbicularis</i>	120	1.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0.32
<i>Anadara inaevivalvis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	261.4	13	43.57
<i>Mya arenaria</i>	0	0	40	10.08	0	0	0	0	0	0	0	30	73.11	12	13.87
<i>Prionospio cirrifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0.08	10	0.013
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0.1	13	0.017
<i>Pectinaria coreni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0.21	10	0.035
<i>Melina palmata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	7.83	63	1.305
<i>Nephtis gombergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	8.64	25	1.44
<i>Harmathoe imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0.29	10	0.048
Total	840	8.6	2040	15.68	2800	25.44	0	0	0	0	0	3170	355.4	1475	67.52
Number of taxa	3		2		2		0		0		11		13		

The number and biomass of benthos organisms increased from st. 1 (dam), near the place of dredging works, to st. 3, i.e. in the direction of successive distance of the stations from the dredging



area towards the shore.

On st. 7 and 8, macrozoobenthos was completely absent within the SAC section where dredging took place.

In the MSD area (st. 9) in contrast to the state in the spring of the same year, the macrozoobenthos had a rich species composition, high numbers and biomass.

According to the results of hydrobiological studies, we can draw a conclusion about the weak development of benthos within the SAC as a result of periodic deposition and redeposition of bottom sediments and repeated dredging operations and the loss of the value of this area for fish grazing. However, the area of this area in comparison with the entire area of the bar area of the Bystre arm is only about 5%, and in comparison with the grazing area within the coast of the delta of the Kiliya arm, it is less than 0.5%. **Thus, the impact of repeated operational dredging works within the SAC on the forage base of fish is local and cannot be regarded as potentially significant in the transboundary aspect.**

The mosaic nature of the benthos development was noted within the MSD, which should be considered a consequence of uneven dumping of soil within the landfill over time (corresponding to the design decisions regarding the successive alternate filling of the landfill territory) and the relatively quick recovery of the benthos after dumping, due to which **the impact of dumping on the development of benthos is local, has no signs of cumulation and cannot be considered likely to be significant in a cross-border aspect.**

The direct impact of soil development and dumping is estimated to be relatively minor, unless these activities are carried out in spawning areas during the spawning season. Such places are located upstream from the top of the Danube delta, i.e. beyond the DWNF Danube river - Black Sea route.

The effect of noise effects and water turbulence on the arrival of herring from the sea to the arms is local in nature. Herring homing is not sufficiently well studied, in particular with regard to the effects of such factors as salinity gradients and current velocity (which will change at the mouth of the Bystre arm due to the construction of the SAC), but there is no reason to believe that if it is impossible for herring breeders to enter the river through one mouth, they cannot use neighboring. The same can be said about sturgeon breeders.

According to the results of the ichthyological monitoring, in general, no significant impact of the works related to the restoration of the DWNF on the state of the populations of migratory and native fish species was established. The negative impact of dredging on the herring fishery is estimated to be local. In their opinion, the decrease in the intensity of fishing in certain sections of the river due to shipping and dredging can have a positive effect on the herring breeders. In general, restoration and operational works on the DWNF route, as well as navigation, do not exclude the

possibility of using various sections of the shipping lane for fishing, as was particularly proven in the past, when the Bystre arm was navigable.

In order to minimize the possible negative impact of works on the restoration and operation of the DWNF on the population of passing fish, the following measures are provided:

- limitation of hydraulic works during the mass spawning period (April-May) and provision of breaks in work on the days of the most intensive herring movement;
- suspension or limitation of the amount of dredging works during the period of the peak of the youth slope (from the registration of the beginning of the mass youth slope to the passage of its maximum);

Taking into account the above, the likely cross-border impact of DWNF on **ichthyofauna** due to the loss of fish habitats can only be **insignificant**.

**Results of ornithological research** specialists of the Danube Biosphere Reserve (DBR), carried out under the Program of Integrated Ecological Monitoring of the Environment during the restoration of the deep-water navigation fairway Danube river- Black sea, testified that in the spring the coastal delta areas, including the area of the Bystre arm, are of little importance for migrating waterfowl and nesting birds. As you know, at this time they stick to inland water bodies, where there are the most optimal conditions for feeding. The basis of sea-migrating birds is Martin's *Laridae*, first of all, yellow-legged *Larus cachinnans*, ordinary *L. ridibundus* and small *L. minutus* martins, partly - waders, first of all, the "red book" magpie wader *Haematopus ostralegus*. No changes in the number and location of birds during the spring migration period in the area of the DWNF, associated with the restoration of navigation on the Bystre arm, were observed.

On the Ptashyna foreland, a delta formation in the area of the mouth of the Bystre arm, in the years preceding the start of work on the construction of the DWNF sea access channel, there were one of the largest colonial nesting settlements of land-nesting birds in the Danube Delta, mainly the yellow-legged martin, the river *Sterna hirundo* and ruffed grouse *Thalasseus sandvicensis* terns. In 2004, the breeding success rate of colonial bird species on this spit fell sharply (by 9-15 times). For the red-billed tern – the main colonial species of the coastal spits of the front edge of the delta – in 2004 it was at the level of 3-5% against the usual 50-70% in previous years. For river tern - the second most numerous species, this indicator was slightly higher - 7-10% against the usual 60-80%. According to the conclusion from the act of inspecting the Ptashyna foreland, the most likely reason for the unsuccessful reproduction and subsequent change of the nesting place should be considered to be storm phenomena that took place during the period of egg incubation (these phenomena are a natural factor that often leads to the destruction of nests on the forelands, as a result of which in birds nesting in such biotopes have developed the ability to repeatedly lay eggs), but the effect of the disturbance factor caused by dredging works on the bar of the Bystre arm

at a distance of 500 m from the foreland cannot be completely excluded. Starting from 2005, a gradual decrease of colonies was observed, and in 2008 they completely disappeared. The reason for the disappearance of the colonies, according to the ornithologists, is the progressive shallowing of the water area between the main delta island of the Kuban and the Ptashyna foreland, which, since the winter of 2007-08, has led to the availability of the territory of the foreland for terrestrial predators (foxes and raccoon dogs) and wild boar. Such a neighborhood in nature in the conditions of the Danube Delta turned out to be impossible. As a result, the birds were forced to leave their traditional nesting places.

Species of disperse-nesting waders, which are more tolerant of the presence of terrestrial predators, continue to nest on the spit in normal numbers.

In order to study the impact of hydrotechnical construction and operation of the DWNF Danube river - Black Sea on the colonial settlements of birds on the Ptashyna foreland, it is important to determine the ratio of natural and artificially induced processes of the foreland evolution. The results of relevant model studies are presented above in subsection 9.3.3.

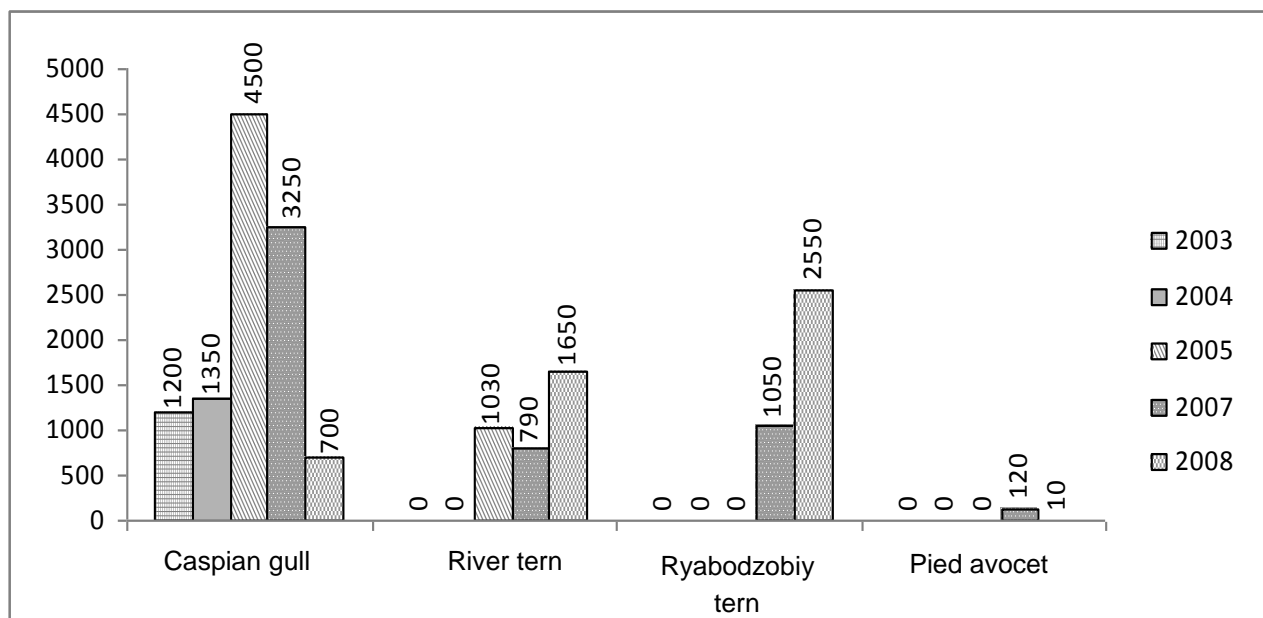
Over the past decades, the main places of colonial settlements of this group of birds in the Ukrainian part of the Danube Delta have changed several times. At one time, there were and are now the coastal forelands of Perebijna, Taranova, Potapova (Dalnia), Ptashyna and Nova Zemlya. On Potapova, Taranova and Ptashyna foreland, the colonies disappeared due to their connection with the main islands. At the same time, in the case of restoration of isolation, colonies on them were also restored, as was the case with Taranova foreland in 2007 and 2008.

On the Pereibinaya foreland, which has remained isolated for decades, the colonies disappeared as a result of its intensive overgrowth, which made it possible for a raccoon-like dog and, partly, a wild boar to live here. These mammals came to the spit mainly in the winter period on the ice.

From Ptashyna foreland, the colonies moved to other territories - Nova Zemlya and Taranova foreland - territories located near Ptashyna foreland (table. 9.21). This is evidenced both by the dynamics of their numbers in Nova Zemlya, and by the appearance of stilt-billed terns and terns nesting in this territory (Fig. 9.60).

**Table 9.21 – Comparative characteristics of massive colonial settlements of birds in the sea delta of the Kiliya arm**

Type	Quantity in 2008, in pairs			Total number in 2005, in pairs (including Ptashyna foreland)
	on Taranova foreland,	on Nova Zemlya,	general	
Sea gull	75	≈ 700	≈ 775	≈ 4980
Martin Caspian	2	≈ 50	≈ 52	0
River tern	≈ 550	≈ 1650	≈ 2200	≈ 2340
Ryabodzobiy tern	≈ 800	≈ 2550	≈ 3350	≈ 2160
Small tern	20	0	20	0
Avocet	6	10	16	2
Kulik-magpie	2	1	3	0
Sandpiper small	10	2	12	0
Total number	≈ 1465	≈ 4963	≈ 6428	≈ 9480



**Figure 9.60 Comparative characteristics of mass colonial species of birds for the period 2003-2008 on the island of Nova Zemlya.**

In general, the number of land-nesting colonial birds in the coastal part of the delta in 2007-2008 remained almost at the same level and amounted to about 6,400 pairs.

One of the largest migratory routes of birds, which connects Europe, Asia and Africa, passes through the DBR zone, including the Bystre arm. Comfortable places for rest, a good food base provide comfort to thousands of individuals, especially aquatic, waterfowl and rowan species of birds. The number of background waterfowl and near-water birds in post-nesting seasonal aggregations in the DBR varies widely from year to year. This is primarily due to climatic conditions, the presence of a favourable food base, and a factor of concern. The basis of mass

seasonal gatherings in the Danube Delta already in mid-August is local young birds and migratory birds, the number and concentration of which directly depends on climatic conditions.

A sharp decrease in the share of the great cormorant in seasonal gatherings in the area of the Bystre arm can be explained by the fact that the birds began to use the territory of the Nova Zemlya foreland much more actively for recreation. The reason for such a redistribution could be a change in food territories and a disturbance factor. The share of mallards in seasonal aggregations began to grow (from 22.40% to 74.30%). As a result of the shallowing of the Bystre corner and its overgrowth with aquatic vegetation, the food base of this species improved. For the same reason, the fate of pelicans, herons and waders has increased in seasonal concentrations.

Further shallowing of the Bystre corner and overgrowth with aquatic vegetation may lead to a decrease in suitable feeding places for a number of bird species.

### **Conclusions to subsection 9.9**

According to the results of on-site studies under the Program of Integrated Ecological Monitoring of the Environment, it was established that the sections of the riverbed, where dredging and shore fortification work is concentrated - namely, the embankments and coastal slopes that are eroded - are subject to permanent reshaping in natural conditions, as a result of which they are characterized as poorly developed in quantitative terms. relationships of macrozoobenthos and are not of great importance as places of food and habitat for fish and birds. **Therefore, both their natural and man-made damage cannot lead to significant negative effects on ichthyo- and avifauna, especially in a transboundary context.**

The results of a complex of faunal studies carried out during the period since the beginning of works on the restoration of navigation in the Ukrainian part of the Danube Delta indicate the absence of a significant transboundary impact on the ichthyo- and avifauna caused by the construction works and the low probability of such impacts in the future, taking into account the established seasonal and spatial restrictions on carrying out such works, as well as refusal to use coastal dumps on the Yermakiv island and channel underwater dumps in the Kiliya arm.

At the same time, the research results indicate the relevance of an in-depth consideration of the feasibility of implementing measures to artificially maintain optimal depths in the Bystre corner areas.

It is also proposed to introduce measures for the complete renaturalization of Yermakiv with the restoration of the state of a natural strait island with an unregulated hydrological regime, the clearing of the Vostochny - Anankina corner channel and the Rybachy zhlobok arm, which is considered by them to be the most significant compensation for possible local damage to the fauna of the DBR due to the construction of the DWNF Danube river - Black Sea.

### **9.10 Analysis of the structure of possible transboundary cumulative impacts of shipping, habitat loss and/or disturbance to fish and bird life and evaluation of the effectiveness of mitigation measures**

In the conclusions of the Espoo Convention Inquiry Commission on the probable transboundary negative impact of the DWNF Danube river - Black Sea, it is stated that the cumulative impacts of shipping, habitat loss and/or disturbance to fish and bird life are likely to be significant in scale in the long term [13].

In the case of DWNF, the factors of cumulative impact in the long term can be factors of repeated impact, directly related to the operation of DWNF (shipping and repair dredging), and factors of constant impact (changed morphological and hydrological parameters of the arms and the adjacent part of the coast) , which arose as a result of works during the construction period - dredging at the roll-overs of the arms and in the area of the sea bar and the creation of hydraulic structures.

When assessing the joint impact of various factors, the possibility of different scenarios of their interaction should be taken into account: independent action, simple summation, mutual reinforcement or attenuation. The reaction of biological objects to the constant or repeated action of influencing factors can also be different: the magnitude of the response may have a constant level, may decrease over time (the effect of habituation) or increase (the effect of exhaustion of protective mechanisms).

The complexity of the structure of cumulative impacts leads to the task of comprehensive evaluation of cumulative impacts, which should be solved using the method of analysis of hierarchies developed by T. Saati and adapted by us for the tasks of assessing the impact of DWNF on the environment. The task of the analysis was to identify the most significant factors and sources of cumulative impact on biota during the period of operation of the DWNF and to determine the most effective measures for its minimization in accordance with the main goal - ecological safety of the DWNF during the period of operation under the conditions of cumulative impact on biological objects in the Danube Delta .

The results of the assessments are given in subsection 5.5

Based on the results of the analysis of the probable cumulative impact of the DWNF on the biota of the Danube Delta using the method of hierarchical analysis, the factors and sources of influence were determined, on which environmental safety depends most of all in the case of cumulation of impacts, and the most effective measures to prevent the cumulation of impacts and ensure the environmental safety of the operation of the DWNF were identified. which in the future

will allow the most purposeful and rational spending of efforts on the implementation of complex environmental protection measures in the Danube Delta.

According to the results of the analysis, the most effective measure was the compensatory restoration of habitats in the northern sections of the DBR, where the degradation of biocenoses occurred as a result of the joint action of the processes of the natural evolution of the delta and economic activity to maintain shipping on the arms. The second in terms of effectiveness was the creation of a jet-directing dam in the city of the branch of the Bystre arm, which should prevent man-made redistribution of the flow between the Bystre and Starostambulskyi arms. In third place in terms of efficiency is the restoration of natural vegetation of the channel banks of the Bystre arm, degraded as a result of the natural processes of the development of this arm. This tool will preserve the habitats of animals along the banks of the arm.

Restrictions on dredging during the spawning period, spawning of young fish and nesting of birds, as well as the opening of the bar of the Starostambulskyi arm are recognized as quite effective.

The latter measure is complementary (or alternative) to the construction of the jet-directing dam, as it also increases costs in the Starostambulskyi branch. In the same context, the proposal to open a bar in the Musura arm can be considered. However, these measures can cause their own negative effects on the biota of the mouths of these arms and spits of Nova Zemlya, located near the border with Romania, so their feasibility should be determined taking into account the position of the Romanian side.

## **10 DIFFICULTIES IDENTIFIED IN THE PROCESS OF PREPARING AN ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REPORT**

Part of the difficulties is related to the insufficient detailing of some aspects of the design of the planned activity, which is typical for the feasibility study stage.

Certain gaps in knowledge regarding the possible gradual development of changes in environmental factors due to the cumulative effect of fluctuations in climatic conditions and man-made factors can be filled only by the results of multi-year studies as part of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.

When modelling the processes of sediment transport by alongshore currents and morphological changes of the sea water area near the front edge of the delta, a lack of regular measurements of the depths of the transitional water masses and the coast between the Ochakiv and Starostambulskyi arms was revealed.



**11 REMARKS AND SUGGESTIONS PROVIDED IN THE PROCESS OF PUBLIC DISCUSSION AND CONSULTATIONS WITH THE AFFECTED PARTY TO THE PLANNED ACTIVITY, THE SCOPE OF RESEARCH AND THE LEVEL OF DETAIL OF INFORMATION TO BE INCLUDED IN THE REPORT ON THE EIA**

**11.1 Table of comments and suggestions of the public to the planned activity, the scope of research and the level of detail of information**

**Table 11.1 - Consideration of remarks and comments provided by the public regarding the scope of research and the level of detail of information to be included in the report on the assessment of the impact on the environment of the planned activity "Reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta"**

<b>In-dex</b>	<b>Comment or suggestions</b>	<b>Taking into account in Report on EIA</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Proposal of an expert of international class on wetlands management, candidate of biology science. Zhmud M.E.</b>		
G1	<p>An alternative to the reconstruction of the DWNF along the mouth of the Bystre, primarily dams in its bar zone, could be the creation of a port-industrial complex in the Ukrainian part of the Danube Delta using the Danube reservoir/Sasyk mouth.</p> <p>To determine the expediency of construction in the bar part of Bystre, double moles have been tested by age-old practice in the conditions of the Danube delta. An estimate of the mouth of the Bystre (an analogue of the Romanian Sulina) will be given by preliminary financial and economic benchmarks of the economic feasibility of such works.</p>	<p>Partially taken into account. A comparison of alternative options for the DWNF routes according to environmental criteria is given in subsection 2.1.</p> <p>Carrying out financial and economic evaluations of options goes beyond the scope of the OVD.</p>
<b>Remarks and suggestions of the director of the Danube Biosphere Reserve Oleksandr Voloshkevich</b>		
C1	<p>In the "Notice" it is not clear what the essence of the reconstruction of the northern enclosing dam is.</p> <p>The construction of the existing dam was found to be erroneous. Because of this, it is proposed to build a virtually new, already straight dam. At the same time, it is proposed to dump soil from dredging into the created space, which is already isolated by two dams, as a result of which a land area with an area of more than 50 hectares will be created. The further use of this area of land is the biggest concern of the DBR administration.</p> <p>In order to compensate for the damage that was caused to nesting complexes of birds, it is necessary to create certain conditions for nesting birds in this area.</p>	<p>Partially taken into account.</p> <p>The description of the parameters of the designed dams next to the sea approach channel is given in clause 1.3.2 and subsection 1.4.</p> <p>Assessment of the possibility and expediency of using the inter-dam hydraulic dump of the soil for nesting birds will be carried out after it is filled during the development of the reclamation project.</p>
C2	<p>Coastal landfills are not specified in the "Notice". Exclude Yermakiv island.</p> <p>To work out different options for the use of soils in certain branches of the national economy.</p>	<p>Partially taken into account.</p> <p>The description of hydraulic dumps is given in subsection 1.3.1. Hydro dump on the island. Ermakov is not planned.</p>

		Variants of the use of soils stored in biogeographic hydraulic dumps will be developed after their filling, based on the results of studies of their composition.	
C3	The "Notice" provides for the restriction of work during the period of mass reproduction of wild animals on the territory of the DBR. These limitations must be clearly taken into account in the future report for the entire Ukrainian section of the Danube River. It is also necessary to take into account the presence of the regional landscape park "Danube Islands", which is located on the islands of Gataru and Velikiyi and Malyi Daler.	It is taken into account. Restrictions on work during periods of silence are spread over the entire length of the GSH route. Materials regarding the islands of Gataru and Great and Small Dalera are given in clause 1.5.4, subsections 4.8 and 5.8.	
C4	Perform modelling of hydrological conditions for the entire Kiliyskyi mouth as well as at the bifurcation of the Bystre and Starostambulskyi arms.	It is taken into account. The results of the predictive mathematical modeling of changes in the hydrological conditions of the delta arms are presented in subsections 9.4 and 9.6.	
C5	To give a forecast of the advance of the wedge of sea water upstream.	Partially taken into account. A qualitative (verbal) assessment of the impact of works under the reconstruction project of the DWNF is provided in subsection 1.6. A quantitative (mathematical) forecast requires the analysis of a large array of field measurement data made during the spreading of the wedge of sea waters, but such measurements have been carried out irregularly in recent years. Such a forecast will be made within the framework of pre-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.	
C6	The positive side of the existence of the current shipping route along the Bystre estuary was the free passage of ice into the sea along it. How will the construction of another parallel southern dam affect this.	It is taken into account. The likely impact of hydraulic structures under the reconstruction project is analyzed in subsection 1.6.	
C7	What measures to comply with the requirements of the Espoo Convention will be taken during the EIA procedure.	It is taken into account. The EIA procedure is carried out in full compliance with the requirements of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment" and the requirements of the Espoo Convention. Information on the start of the procedure is provided in the introduction to Appendix A.	
C8	The content of section 4 of the Notice "Socio-economic impact of planned activities" should be analysed by independent specialists	It is taken into account. The analysis of socio-economic issues was carried out with the involvement of the Institute of Telecommunications and the global information space of the National Academy of Sciences of Ukraine. Analysis materials are included in subsection 4.11	
<b>Remarks and proposals of the associate professor of the department of ecology and environmental protection ODEKU, Ph.D. S.N. Yurasova</b>			
Yu1	What are the long-term consequences for the redistribution of the flow within the Starostambulskyi, Skhidne, Ochakiv and Bystre mouths caused by the planned hydrotechnical works	It is taken into account. The results of predictive mathematical modeling are presented in subsections 9.4 and 9.6.	
Yu2	How will the planned dredging work affect the water level of the Kiliya mouths of the Danube Delta in the medium and long term in different areas of the Kiliya Delta of the Danube		
Yu3	On the basis of hydrological surveys, perform		

	calculations of expected changes in the hydrological regime and develop measures to reduce the impact of the planned dredging of the Bystre mouth bar.		
Yu4	With what frequency and over what distance will seawater spread into the delta under the new conditions	Partially taken into account. A qualitative (verbal) assessment of the impact of works under the reconstruction project of the DWNF is provided in subsection 1.6. A quantitative forecast of the frequency and distance of the spread of seawater in the arms of the delta requires the analysis of a large array of field measurement data made during the spread of the seawater wedge, but such measurements have been carried out irregularly in recent years. Such a forecast will be made within the framework of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Convention Espoo.	
<b>Remarks and proposals of the NGO "Ukrainian Nature Protection Group"</b>			
GO1	<p>Detail the place of implementation of the planned activity and the location of the main objects of this activity on a topographical basis. On the above-mentioned maps, we suggest to indicate;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exact boundaries / location of all projected construction projects);</li> <li>• Water levels in all branches, straits and bays of the Danube delta and along the entire Danube riverbed</li> <li>• Simulate the expected changes in the channel of the Danube and all islands with an area of more than 1 ha in its</li> <li>• Average long-term limits of the floodplain of the Danube River and its branches in the delta, which are established according to scientific research;</li> <li>• The boundaries of the water protection zone of the river, established in accordance with the requirements of the Water Code of Ukraine;</li> <li>• Sanitary and protective zone around the territory of the planned activity in accordance with current regulations;</li> <li>• All objects of the nature reserve fund (NRF), Emerald network, cultural heritage and eco-network. Also indicate all territories reserved for the creation of NRF facilities;</li> </ul> <p>Expected changes in the course of the river and all branches and channels in the Danube Delta (both in the Ukrainian and Romanian parts.</p>		<p>It is taken into account in the part of the image on the maps of objects and structures of planned activities and objects of the nature reserve fund (NRF), the Emerald network (Fig. 1.1, 4.14–4.16) Compilation of a complex multi-layered map of the zone of influence of the planned activity, which would cover the listed indicators, is an extremely difficult task that requires large-scale cartographic works and field studies and cannot be performed as part of the EIA</p> <p>The hydrological and morphometric parameters of the delta's water masses listed in the proposal are mostly variable, so they cannot be displayed on</p>

			<p>the map</p> <p>Changes in the borders of the islands and the channels of the delta arms under the influence of the planned activity are not predicted. The results of mathematical modeling, presented in chapter 9, indicate the probability of only minor changes in water levels and flows in individual branches of the delta, which cannot lead to changes in their morphometric indicators. At the same time, under the influence of natural factors, the morphology of the delta undergoes long-term evolutionary changes, the forecasting of which by its complexity goes beyond the tasks of assessing the environmental impact of the planned activity.</p>
GO2	<p>Assess the impact of the planned activity on natural complexes and objects (species of flora and fauna, their groups and habitats) protected in all territories or objects of the NRF and the Emerald Network, which are located on the territory of the planned activity and in its sanitary and protective zone (hereinafter also - SPZ), established in accordance with current regulations, as well as in the water protection zone of the Danube River along its entire length within the borders of Ukraine</p>		<p>It is taken into account.</p> <p>The impact of the planned activity on natural complexes and protected objects in all territories or objects of the NRF and the Emerald Network, located in the zone of influence of the</p>

			planned activity, is assessed as insignificant by types of impact (Chapter 5). The sanitary protection zone around the objects of the planned activity is not provided for by the current sanitary rules and regulations.
GO3	Detail the technical characteristics of the planned activity with a description of all the technological processes that will take place during the implementation of the planned activity, and the expected levels of emissions/discharges of polluting substances into the atmosphere, water bodies and soils at the same time.	It is taken into account. The specified characteristics are given in section 1.	
GO4	Indicate in the Report detailed information about the amount of soil that will be removed during the planned activity, the place of storage or use of soil, the amount of loss of ground vegetation, compensatory measures, measures to prevent the introduction of invasive species into the river, monitoring program.	Taken into account. Detailed information on the volumes of extraction and places of storage of dredging soils is provided in clause 1.3.1, regarding compensatory measures - in clauses 7.1.1 and 7.1.2, measures to prevent the introduction of invasive species into the river - in subsection 7.2. The monitoring program is given in chapter 12. Significant losses of terrestrial vegetation are not predicted, as the coastal dumps are located in areas with impoverished and low-value terrestrial vegetation. Vegetation in other areas will not be damaged, as all other types of work will be carried out in unvegetated water areas.	
GO5	Conduct field research with the involvement of specialist scientists (hydrobiologists, hydrochemists, etc.) in different seasons of the year (at least in spring and summer) and use the results in the preparation of a report and assessment of population changes and expected losses of fish resources as a result of the implementation of the planned activity;	Taken into account based on the results of long-term environmental monitoring in the Danube Delta. The materials are presented in subsections 4.1–4.5	
GO6	Based on the data of field studies, assess the impact of the planned activity on the components of the environment, social and man-made environment.	It is taken into account. The materials are presented in sections 4 and 5	

GO7	<p>To provide an assessment of the transboundary impact of the planned activity on the state of biodiversity of freshwater, floodplain, coastal and marine ecosystems in the Romanian part of the Danube Delta and its right bank;</p> <p>Availability of various water resources for the local population of the Romanian part of the Danube Delta;</p> <p>Conducting scientific research in the transboundary biosphere reserve "Danube Delta".</p>		<p>Partially taken into account.</p> <p>Based on the results of the studies on the transboundary impact of the planned activity, set out in chapter 9, no significant transboundary impact of the planned activity on the state of biodiversity of freshwater, floodplain, coastal and marine ecosystems in the Romanian part of the Danube Delta and its right bank is predicted, as well as deterioration of the quality or availability of water resources for the local population of the Romanian part of the Danube Delta.</p> <p>Conducting research on the territory of Romania was not foreseen.</p> <p>With the consent of the Romanian Party, such studies will be included in the plans for post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.</p>
GO8	<p>To evaluate the impact of the processes of movement of bottom sediments and siltation of the deep-water navigation fairway in its various sections, with the determination of the frequency of repeated cleaning of the DWNF to ensure uninterrupted operation in all sections.</p>	<p>It is taken into account. Relevant data is included in subsection 1.7.</p>	

GO9	According to the requirements of 2, Art. 6 Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment", the report on EIA must include justified alternatives to the planned activity, taking into account the option of refusing to carry out the planned activity on the restoration of DWNF (zero alternative). Confirm the final choice of the final option by comparing the results of the assessment of the scale of the impact on the environmental components.	Materials for the evaluation of alternative options of the planned activity are given in section 2.	
GO 10	To assess the aggregate (cumulative) impact of the planned activity on the natural complexes and objects of the Danube River, together with already existing and projected objects of economic activity.	It is taken into account. Estimates of cumulative impacts are given in subsection 5.5	
GO 11	Specify the methods that were used to conduct research and assess the impact on the environment, are planned to be used in the process of monitoring the environment during the implementation of the planned activity, and the sources of information on which the data and conclusions from them, included in the Report, are based.	It is taken into account. A description of research methods and techniques is given in chapter 6, sources of information are indicated in chapter 14.	

**11.2 Table of taking into account the comments and suggestions of the affected Party to the planned activity, the scope of research and the level of detail of information, including conducting research according to the post-project analysis procedure**

**Table 11.2 – Taking into account the remarks and comments provided by the affected Party regarding the scope of research and the level of detail of information to be included in the report on the assessment of the impact on the environment of the planned activity "Reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway of the Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta"**

<b>In- dex</b>	<b>Remarks or suggestion</b>	<b>Taking into account in the Report on EIA</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
R1	<p><b>From the preamble of the letter</b></p> <p>Romania expects that the findings of the 2006 Espoo Commission of Inquiry report will also be taken into account.</p>	It is taken into account. All the material set out in Chapters 9 and 13 contains the results of studies carried out to take into account the conclusions of the 2006 Espoo Convention Inquiry Commission and is accompanied by references to individual conclusions.	
	<p><b>I. Environmental impact assessment documentation must contain at least, in accordance with the provisions of the Espoo Convention:</b></p>		
R2	Detailed information about the project itself, including: location of project works, description of proposed works (please include cross-sections, transverse and longitudinal profiles of objects related to the project), site plan and map of the project location, with reference to the state border between Romania and Ukraine	Partially taken into account. Detailed information about the planned activities, including the location of project works, their description, a map-scheme of the territory and plans of individual objects with reference to the state border between Romania and Ukraine are included in section 1. Detailed drawings, including cross-sections, transverse and longitudinal profiles of objects related to the project, can be provided separately by agreement with the authorized central authorities.	
R3	A description of reasonable alternatives to the proposed activity, as well as a no-action alternative	It is taken into account. A description of reasonable alternatives to the proposed action, including no-action alternatives, is discussed in section 2.	
R4	A description of the environment / factors likely to be affected by the proposed activity and its alternatives	It is taken into account. Relevant materials are included in section 4.	
R5	A description of the potential impact of the proposed activity and its alternatives on the environment and an assessment of its significance	It is taken into account. Relevant materials are included in subsections 1.5–1.7 and in sections 5 and 9	
R6	Description of preventive, mitigating measures to minimize the negative impact on the environment	It is taken into account. Relevant materials are included in section 7.	
R7	A clear indication of forecasting methods, including mathematical modelling methods and underlying assumptions, as well as relevant environmental data used	It is taken into account. Relevant materials are included in section 6.	
R8	Assessment of the probable consequence of changes in the environment / changes in [existing] intervention in the environment	It is taken into account. Relevant materials are included in sections 5; 9 and 13.	
R9	Evaluation of the duration, extent, scale	It is taken into account. An estimate of the	



	of the proposed works	duration, extent, and scale of the proposed works is provided in subsections 1.3 and 1.4.	
R10	Description of impacts on key species and organisms, including impacts of sediment disturbance on marine organisms	It is taken into account. The corresponding descriptions are contained in chapters 5, 9 and 13.	
R11	[Description and impact assessment on] the use of natural resources	It is taken into account. A description and assessment of the impact on the use of natural resources is provided in subsection 5.2.	
R12	Monitoring and management plans	It is taken into account. The corresponding plans are provided in section 12.	
R13	Description of measures to prevent and respond to accidents, including accidents of vessels that may cause [them] to sink	It is taken into account. Descriptions of likely accidents and measures to prevent and respond to accidents, including accidents of ships that may cause them to sink, are provided in clause 1.3.3, in subsection 5.4 and in chapter 8.	
R14	Identification of gaps in knowledge and uncertainties arising in the preparation of environmental impact assessment documentation	It is taken into account. Relevant material is included in section 10.	
	<b>II. It is necessary to provide additional information regarding technical solutions / alternatives:</b>		
R15	Location (areas of intervention / works) of alternative 2	It is taken into account. The material presented in subsection 1 also contains a description of alternative 2, since the technical parameters of this alternative in terms of environmental impact practically coincide with the parameters of the first launch complex (PC1) of alternative 1.	
R16	Same level of detail for Alternative 2 as Alternative 1		
R17	Evaluate [alternative] technical solutions, which do not require regular / permanent human intervention		Partially taken into account. The assessment of alternative technical solutions and its results are given in subsection 2, but it is concluded that in the conditions of the Danube Delta, navigation without regular / permanent human intervention is fundamentally impossible.
	<b>III. Comments and suggestions on mathematical modelling requirements</b>		
R18	<u>Development of a predictive numerical model for the dynamics of water flow, sedimentation and climate change in the area affected by the project</u> , is an important element not only of assessment but also of future maintenance management (desalination, dredging and silt deposit management). <u>The results of</u>	Partially taken into account. A description of the applied predictive mathematical models regarding the dynamics of water flows, sedimentation, and other hydrological processes in the Ukrainian part of the Danube Delta and the results of modeling for the purpose of assessing the impacts of the planned activity are given, respectively, in	

	<u>the model must be presented in the ATS documentation</u>	<p>chapters 6 and 9.</p> <p>Due to its complexity, the development of a mathematical model of climate change in the Danube Delta could not be applied within the framework of ATS, but it can be implemented at the stage of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.</p>	
R19	<p>During the last two years, the Romanian Institute of Environmental Research has developed two calibrated and approved numerical models (a numerical model using MIKE software and a numerical model using DELFT3D software) and is ready to assist Ukrainian experts in conducting the necessary simulations. To increase transparency and level of confidence in forecasting <u>further collaborative research is needed</u></p>		<p>Not taken into account.</p> <p>The mathematical models of hydrological processes used in the research have also passed the necessary international procedures and are not inferior to those specified in the proposal of the Romanian Party within the scope of the tasks to be solved.</p> <p>The proposal for further joint research deserves attention. but does not directly relate to the EIA procedure and requires interdepartmental coordination. According to the results of cross-border consultations, it can be implemented during long-term studies under the programs of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.</p>
	<p><b>IV. Comments and suggestions regarding objects of surface and underground water / water features</b></p> <p><b>Please provide or rate the following</b></p>		
R20	On the general map of the proposed	Partially taken into account. The general map-	

	works, please indicate the surface and underground water bodies that the design works are likely to have an impact on	diagram of the objects of the planned activity (Fig. 1) shows the surface water bodies that fall into their zone of influence. Information on groundwater bodies is presented on separate maps due to the complexity of their combined image (Figs. 4.8–4.11). Drawing up a complex multi-layered map of the zone of influence of the planned activity is a separate complex task that goes beyond the tasks of EIS.	
R21	Hydraulic research of the Kiliya arm: before and after project implementation		Not taken into account Conducting full-scale hydraulic studies immediately before and after the implementation of the project according to the time frame refers to the tasks of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.
R22	Impact of the proposed works on transitional and coastal waters and assessment of compliance with the requirements of the Water Framework Directive 2000/60 / EU in relation to transitional and coastal waters	Partially taken into account. The impact on transitional and coastal waters is assessed based on the results of field studies and mathematical modeling in clause 4.5.1, subsection 5.8 and in chapter 9. Clarification of data and assessment of compliance with the requirements of the Water Framework Directive 2000/60 / EU regarding transitional and coastal waters will be carried out based on the data of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.	
R23	Impact of project works on the groundwater regime	It is taken into account. Information is provided in clauses 4.5.2 and 5.8.	
R24	The amount and dynamics of the flow in the Kiliya branch: before and after project implementation		Partially taken into account. The results of predictive modeling of changes in water levels and flows in the delta arms are given in chapter 9. Conducting full-scale hydraulic studies immediately before and after

			the implementation of the project according to the time frame refers to the tasks of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.
R25	Measures taken to eliminate the negative impact of project implementation on the water body	Taken into account. Relevant measures are discussed in section 7.	
R26	The water body / bodies affected by the design works should be considered as transboundary joint bodies and their hydromorphological, biological and chemical parameters should be analysed	Taken into account. All impacts of the planned activity are considered in a transboundary context.	
R27	The assessment of the impact on the reservoirs of both banks of the Danube will be carried out in accordance with the current international legislation and the provisions of the existing management plans for the Danube River. The level of detail of the information should be similar to that of the management plans mentioned above	Partially taken into account. Materials related to reservoirs along the left and right banks of the Kiliy branch are contained, respectively, in clauses 4.5.1 and 9.1.2. According to the results of field studies and mathematical modeling, the impact on them is estimated as insignificant in the clause in subsection 5.8 and in chapter 9. Clarification of data and estimates in accordance with current international legislation and the provisions of existing management plans for the Danube River will be carried out on the basis of post-project monitoring materials and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.	
R28	Lists of surface and groundwater bodies adjacent to the project location and conclusions of relevant assessment studies (impact assessment studies in accordance with the Existence Directive 92/43 / CEE)	Materials related to surface water objects and groundwater bodies along the left and right banks of the Kiliya branch are included, respectively, in clauses 4.5.1–4.5.2 and 9.1.2. According to the results of field studies and mathematical modeling, the impact on them is estimated as insignificant in the clause in subsection 5.8 and in chapter 9. Clarification of data and impact assessments in accordance with the existence directive 92/43 / CEE will be carried out on the basis of materials of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.	
	<b>V. Comments and suggestions on the appropriate impact assessment on Natura 2000 sites</b>		
R29	The Danube Delta is an integral part of the European Natura 2000 ecological network in Romania and overlaps at the level of the Danube Delta with such Special Protection Areas (SPA) and Sites of Community Importance (SCI) created under the Existence Directive (92/43 /	Partially taken into account. Materials related to the objects of the Emerald Network along the left bank of the Kiliya branch are included in subsection 4.8. Relevant materials regarding Natura 2000 objects are included in clause 9.1.2. The conclusions based on the results of	

	<p>CE) and birds (79/409 / CE) [the list of objects with codes, areas, land characteristics, links to sites with information is provided].</p> <p>The Romanian Danube Delta Institute is particularly concerned about the proposed dredging works and believes that any measures aimed at changing the cross- and longitudinal sections of the arms are likely to have a significant impact on most components of the Natura 2000 sites.</p> <p><u>Adequate research should be conducted on the above-mentioned protected areas in accordance with the provisions of the above-mentioned directives. The methodology adopted for the identification and assessment of the negative impact should be simple and consistent with the management plan of the Danube Delta Biosphere Reserve. The findings of adequate assessment studies should be addressed in the environmental impact assessment documentation.</u></p>	<p>predictive mathematical modeling contained in chapters 9 and 13 do not confirm the Romanian Party's statement about the likelihood of a significant impact on the water regime of the Romanian part of the delta, including the Natura 2000 areas.</p> <p>Adequate from the point of view of the Romanian Party, research on the above-mentioned protected areas can be carried out according to the programs and methods agreed by the Parties within the framework of post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.</p>	
	<b>VI. Comments and suggestions regarding the socio-economic impact of the planned activity</b>		
R30	<p>The documentation on EIA should take into account the need to ensure integrated management of the Romania-Ukraine cross-border region.</p>		<p>Not taken into account</p> <p>Measures to ensure integrated management of the Romania-Ukraine cross-border region during the operation of shipping lanes and shipping channels on the territories of Ukraine and Romania must be worked out and agreed upon by the Parties at the framework stage. Materials on the requirements will be provided at the post-project analysis stage according to the Espoo Convention procedure.</p>
	<b>VII. Comments and suggestions on types of possible environmental impact</b>		
R31	<p>For both Danube waters and sediments, please provide detailed information on:</p>	<p>It is taken into account. The data are given in clauses 4.5.1 and 4.5.2.</p>	

	<p>1. all analysed physical and chemical indicators;</p> <p>2. concentration values obtained as a result of the above-mentioned analyzes or variable fields;</p> <p>3. maximum permissible values.</p>		
R32	<p>In order to be able to compare the data obtained from the monitoring program with other biological data collected in the Danube, it is necessary that the methods, both sampling and analysis, are specific and precise, with a detailed description of the techniques used (e.g. the number of repetitions, whether the samples were taken from the shore or from the channel, the mesh size of the zooplankton net, etc.).</p>	<p>It is taken into account. Relevant information is contained in section 6.</p>	
	<p><b>VIII. Comments and suggestions for public participation / debate on the planned activity</b></p>		
R33	<p>A timetable for cross-border consultations with Romania for potentially affected Romanian publics, including consultations with the Romanian authorities, should be agreed as soon as possible, ideally between the Espoo focal points in Ukraine and Romania. Please note that according to Romanian law, the Romanian public must have at least 30 days to comment on the EIA documents. In addition, at least two public hearings should be held to ensure that the main issues of concern are discussed.</p>		<p>Not taken into account Issues are beyond the competence of EIA developers and should be resolved by an authorized central body</p>
	<p><b>IX. Remarks and suggestions about sturgeon</b></p>		
R34	<p>One of the issues of particular importance for Romania is the protection of the critically endangered Danube sturgeon. For the past 9 years, the Romanian Institute for Ecological Research has been tagging adult sturgeons to gain more information about their behaviour. The results of their research are readily available on the Internet.</p> <p><u>This study shows that more than half of adult sturgeon and more than two-thirds of juvenile sturgeon species use the Kiel Channel to get to the Black Sea and back.</u></p> <p><u>There is a high probability that dredging and construction works, as well as sea traffic on the Kiliya arm, will negatively affect sturgeon migration.</u> Due to high poaching pressure, we simply cannot afford to lose the Kiel Arm as a sturgeon migration route.</p> <p><u>Therefore, it is extremely important that, as part of the project's environmental impact assessment procedure, Romanian and Ukrainian scientists work together to ultrasonically mark and monitor as many sturgeon species as possible, especially in the Ukrainian part of the Danube Delta.</u></p>		<p>Not taken into account The issue of cooperation between Ukrainian scientists and specialists of the Romanian Institute of Environmental Studies should be resolved by concluding inter-departmental and international agreements outside the national procedure of EIA. According to the results of the cross-border consultations,</p>

	<u>The Romanian Institute of Ecological Research, which has developed a highly effective observation system and implemented monitoring procedures and methods to ensure consistent and reliable data on sturgeon migration, is now ready to work together with its Ukrainian counterparts.</u>		the corresponding proposal of the Romanian Party can be included in the further plans of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.
	<b>X. Cumulative impact comments and suggestions</b>		
R35	Documentation on EIA must contain <u>cumulative impact assessment of the proposed project with approved / pending approval / expected / planned projects</u> (flood risk management projects, port modernization projects, etc.) for water bodies and Natura 2000 sites that may be affected by the project; assessment should be carried out at the level of elements and quality indicators defined in the above directives (water, habitats, birds).	Partially taken into account. The general assessment of the cumulative impact of the planned and other economic activities in the zone of influence of the Danube River - Black Sea DWNF is provided in subsection 5.5. Refined estimates of the cumulative impact of economic activity on water bodies and Natura 2000 sites in accordance with international directives will be obtained as a result of post-project monitoring and post-project analysis according to the procedure of the Espoo Convention.	
	<b>XI. Observations and suggestions regarding the monitoring program</b>		
R36	<u>It is advisable not to start the actual work without prior sufficient knowledge of the distribution and conservation status of the Natura 2000 components and in the absence of a predictive model of the water flow and deposition process or without a full understanding of the capacity of the affected ecosystems.</u> This knowledge can be obtained through a modern / effective monitoring system that provides frequent reports to both Ukraine and Romania, and correlates with the management of Natura 2000 sites and already existing monitoring programs. <u>The Administration of the Danube Delta Biosphere Reserve suggests monitoring for at least one year before starting work.</u>	Partially taken into account. Both the Ukrainian and Romanian Parties conduct long-term environmental monitoring in the Danube Delta and have predictive mathematical hydrological models adapted to the conditions of the Delta. The results of another annual cycle of monitoring studies will not significantly change the amount of knowledge already obtained and will only be an additional reason for delaying the implementation of the planned activity.	
	<b>XII. Comments and proposals regarding the state border between Romania and Ukraine</b>		
R37	During the execution of any works on the Kiliya arm of the Danube, it is necessary to comply with the Galatians Treaty <u>on cooperation in the field of water management in border waters of 1997 and the Chernivtsi Treaty of 2003 on the regime of the state Ukrainian-Romanian border, cooperation and mutual assistance on border issues - agreements that must be strictly observed by both our countries.</u>	Not taken into account	Not taken into account The remark goes beyond the development of EIA, as it concerns practical international issues of organizing the

			operation of the DWNF.
--	--	--	------------------------



## **12 BRIEF CONTENT OF MONITORING PROGRAMS AND CONTROL OVER THE ENVIRONMENTAL IMPACT DURING THE IMPLEMENTATION OF PLANNED ACTIVITIES AND POST-PROJECT MONITORING PLANS**

From the point of view of environmental protection, the Danube Delta should be considered as a single system where natural processes and anthropogenic factors have an impact on the entire river delta. This awareness requires a general approach that goes beyond individual country borders. Such an approach is necessary both for monitoring transboundary impacts and mitigation measures, which must be designed and implemented taking into account the entire Danube Delta system.

The lower Danube and its delta within Ukraine belong to the category of cross-border objects. Assessment of the ecological state of these waters is of interest both at the national and international level. This is primarily due to the implementation of the action plan of the International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR). Study of the state of water bodies of this basin before the adoption in 1994. Conventions on the protection of the Danube were implemented mainly within the boundaries of individual countries. Bearing in mind that the Danube basin is a complete system, a decision was made on the need for comprehensive monitoring of these waters. Observations are carried out within the framework of the international program (Transnational Monitoring Network - TNMN) under the leadership of the ICPDR, complex international expeditions were carried out on the Danube, its tributaries and water bodies of the delta.

### **The program of integrated ecological monitoring of the environment during the restoration of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea**

Programs developed and implemented from 2014 to the present became the basis of the modern ecological monitoring program. The purpose of organizing and carrying out complex environmental monitoring under a special program in 2005 was environmental monitoring in the area of work on the restoration of DWNF, in particular:

- ensuring control of the state and dynamics of the components of the natural environment during the restoration and operation of the DWNF;
- assessment of damages caused to environmental components as a result of the restoration of DWNF;
- development of a forecast of changes in the state of the natural environment under the influence of anthropogenic factors;
- development of recommendations to minimize possible negative impacts;

- justification based on ecological and economic criteria of the program for monitoring the state of the natural environment and the effects of anthropogenic factors in the further stages of operation of the DWNF Danube river - Black Sea through the Bystre mouth.

The pilot project of the Integrated Environmental Monitoring Program allowed:

- to obtain a large amount of in-situ data for an objective assessment of the impact on the surrounding natural environment of the first stage of works on the restoration of the DWNF;

- to determine the priority directions in which monitoring work should be strengthened, to optimize the complex of monitoring work as a whole. (2005 Program, Appendix L).

The program of complex ecological monitoring (ecological block) for 2005-2006 defined the main types of work, in particular, regular hydrological, hydrochemical, hydrobiological studies, sampling sites for control measurements and a list of indicators, ensuring the quality of observations. The specifics of monitoring marine and coastal soil dumps, complex expedition surveys, calculations of damages and compensation payments, information management, actions in case of emergency (emergency) pollution were clarified. Attention was drawn to the possibility of revising and adjusting the Program based on the results of stationary observations, control measurements and complex expeditionary studies, subject to the agreement of changes in the Program with the Customer of works. [1]

According to the modern approach, the information needs of environmental management clearly and as specifically formulated as possible are the starting point when developing monitoring programs, determining their strategy and technical characteristics - such as the location of the observation network, the list of environments (objects) and indicators, the frequency of observations, the order data analysis and evaluation, reporting. Only a clear definition of information needs creates the conditions for effective organization of monitoring, effective complementary interaction of participating organizations, and ultimately, effective spending of financial resources.

Ambiguity in the identification of information needs to a lesser extent is characteristic of the so-called "object monitoring", the purpose of which, as a rule, is to determine the impact of some large object on the surrounding natural environment, as well as information support for the development of appropriate environmental protection solutions and measures.

The task set before the developers of this Program was quite difficult, since it was not about a separate (local) object, but practically about monitoring the entire Ukrainian section of the delta of a large river in Western Europe.

The restoration of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea through the Bystre arm has a certain influence on the natural environment of the Danube delta and the adjacent Black Sea area. The key factors of this impact are related to dredging operations. This is the entry

into the water environment of suspended particles and dissolved (including toxic) substances at the sites of dredging and dumping of soil at underwater storage sites; damage to areas of the bottom, diversion of land under land dumps, increasing the disturbance factor of terrestrial ecosystems. It is these factors that most noticeably affect the flora and fauna in the area of the DWNF route in the course of hydraulic engineering works.

According to the nature protection legislation of Ukraine, the negative impact on the aquatic environment and biological resources must be objectively assessed and the corresponding compensation payments calculated.

Therefore, the first and immediate task of the Program was the monitoring of the anthropogenic load during the restoration of DWNF. The program had to give an objective answer to the following questions: how the work on the restoration of the DWNF and the intensification of shipping in the Ukrainian section of the Delta affect the state of the natural environment, including:

- hydrological regime;
- water quality;
- water ecosystems in the Danube Delta;
- ichthyofauna and its feed base;
- adjacent areas of the Black Sea, which are under the influence of works on the restoration of the DWNF;
- terrestrial (aquatic) ecosystems, including on the territory of the Danube Biosphere Reserve.

Some of the issues formulated above are traditional for hydroecological monitoring, others, such as the state of terrestrial ecosystems, required the implementation of new approaches.

The Danube Delta is a dynamic natural and anthropogenic system, changes in which occur both as a result of human activity and as a result of natural factors. Monitoring of the anthropogenic load during the restoration of DWNF in the long term is impossible without monitoring of long-term changes (trends) in the Ukrainian part of the Danube Delta, carried out in a network of stationary points. It should provide information for a reasonable separation of the influence of anthropogenic and natural factors.

The issue of the condition of the water and coastal ecosystems of the Danube Biosphere Reserve adjacent to the DWNF also needed control, since the value of the Danube Delta for the preservation of biodiversity is well known.

The program is the result of the work of a large team of specialists. During its development, the experience of creating cross-border monitoring systems as part of the implementation of TACIS and UNDP-GEF projects in the basins of the Dnipro, Siverskyi Donets, etc. rivers was used.

The implementation of this Program required the creation of an appropriate organizational mechanism. As a result, the experience of uniting the potential and efforts of departments traditionally responsible for regular monitoring, on the one hand, and leading academic and departmental scientific institutions, on the other, in a single, integrated program, was obtained.

The Program was developed based on the following main criteria: compliance of the performed monitoring works with the formulated information needs: both from the point of view of the list of necessary indicators ("what is measured?"), and from the point of view of the reliability of the estimates obtained on their basis ("where and how often is it measured?"); monitoring complexity: both from the point of view of the direction of monitoring studies ("monitoring of influencing factors", "monitoring of trends"), and when determining the objects of research (water: quantitative and qualitative aspects, suspended particles, bottom sediments, hydrobionts, aquatic ecosystems);

- economic optimality in the distribution of tasks by types of monitoring works, taking into account ecological features and coordination of all types of monitoring studies;

- the efficiency of using available resources, the possibility of building elements of the Program on the basis of already active programs;

- gradual achievement of the necessary optimal (taking into account the international aspect of work) characteristics as continuous development of the Program based on new information received.

In accordance with these criteria, the Program (Appendix L) was developed, the structure of which consists of:

- regular hydrological and hydrochemical observations at the network of stationary points;
- complex seasonal surveys;
- special research in various areas;
- special works to ensure the quality of observations;
- information management.

The main purpose of regular observations at the stationary network of points is to obtain statistically reliable information about the state and trends (trends) of hydrological and hydrochemical indicators of the water environment in the area of works under the influence of natural and anthropogenic factors.

Complex seasonal expeditionary research is aimed at a deeper study of the influence of anthropogenic factors and natural processes on the state of the natural environment, which are manifested in the main phases of the hydrological and hydrobiological regime of the delta.

During the expeditionary researches of UKRNDIEP, sampling of water and bottom sediments for hydrobiological and hydrochemical analysis was carried out along the route of the

Danube river - Black Sea shipping route in 12 main sites (table. 12.1), water temperature and transparency were also measured using a Secchi disc. In separate points, samples were taken for the content of specific indicators of toxic action (heavy metals) in water and bottom sediments.

**Table 12.1 – Sampling points of water and bottom sediments for hydrobiological and hydrochemical analysis**

<b>No. of item</b>	<b>Code, name of the selection point</b>	<b>Distance from the mouth</b>	<b>Binding</b>	<b>Types of samples</b>
1	R01, 2 km above town Reni	71 miles	left bank, middle	hydrochemical, hydrobiological
2	R06, 1 km below town Izmail	89 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
3	R07, above Kiliya	49	middle	hydrochemical, hydrobiological
4	R09, below Kiliya	32 km	left bank	hydrochemical, hydrobiological
5	R10, 1 km above town Vylkove	21 km	left bank	hydrochemical, hydrobiological
6	R11, Ochakiv arm	17 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
7	R14, Ochakiv arm	6 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
8	R12, Starostambulskyi arm	11 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
10	R13/9, Bystre	9 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
11	R13/1, Bystre	1 km	middle	hydrochemical, hydrobiological
12	R13/0, Bystre	near the dam		hydrochemical, hydrobiological

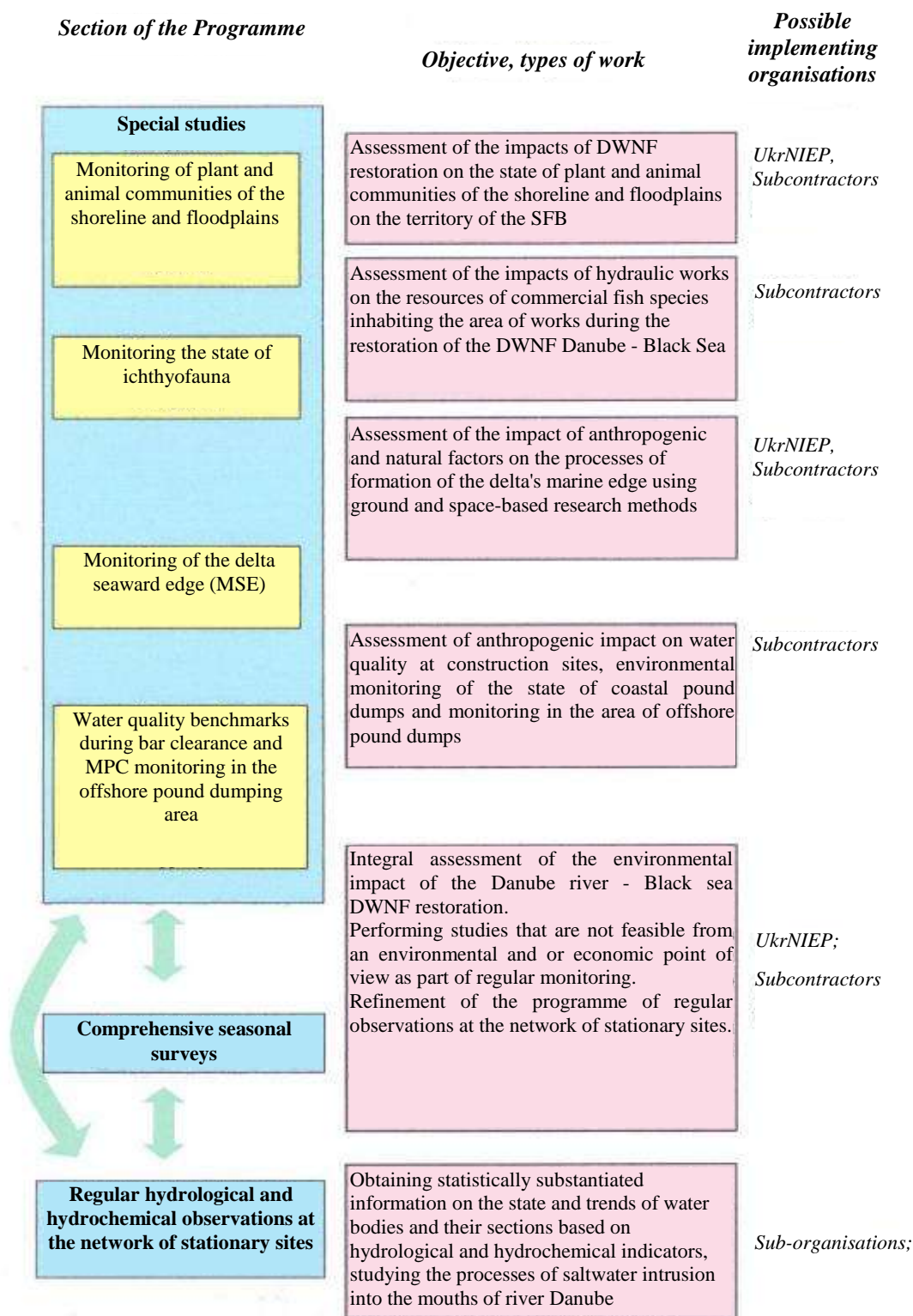


Figure 1.1 - Structure of integrated environmental monitoring during the restoration of the DWNF

Figure 12.1 – Structure of the Integrated Environmental Monitoring Program for the restoration of the DWNF Danube river - Black Sea.

The goals of the expedition are:

- obtaining integral hydroecological assessments of the state of the Ukrainian part of the Danube Delta and the adjacent Black Sea;
- a comprehensive assessment of the impact of works on the restoration of DWNF on the state of biocenoses; obtaining hydrobiological and hydrochemical data necessary for the calculation of damages caused to the aquatic environment and biological resources;
- carrying out research, the conduct of which within the framework of regular observations is impractical from an ecological and/or economic point of view;
- clarifying and correcting the program of regular observations.

The main emphasis in complex surveys is on hydrobiological indicators, which most integrally reflect the state of aquatic ecosystems. The objects of hydrobiological research are algal groups (phytoplankton and phytoperiphyton), zooplankton, invertebrate macrofauna (zoobenthos and zooperiphyton), meiobenthos, ichthyofauna.

Hydrochemical studies within the framework of complex surveys are performed according to an extended list of environments, indicators and stations at which sampling is performed. In particular, the accumulation of pollutants in bottom sediments and hydrobionts (bioaccumulation of heavy metals and organochlorine pesticides) is investigated.

The list of special studies of the Program includes:

- monitoring of plant and animal communities on the territory of the Danube Biosphere Reserve;
- ichthyological monitoring, the main purpose of which is to study the impact of hydrotechnical works on migratory and migratory fish species;
- control measurements of water quality at dredging sites and storage sites - intensive hydrochemical studies from a limited list of specific indicators that allow quantitative assessment of the local impact of the performed works on the quality of the water environment;
- monitoring of coastal soil dumps, which includes monitoring of the impact on soils and groundwater at land storage sites.

All types of work of the Program are coordinated among themselves, the presented coordination was carried out at all levels: at the level of indicators, sampling points, during work, etc.

Environmental monitoring was initiated in 2004 and, with the exception of 2006, when hydraulic works were temporarily suspended, continues to the present. The monitoring program was subject to adjustment depending on the terms, types and areas of works, their volumes, and the degree of importance of individual areas of monitoring.

The general contractor of the Ministry of Natural Resources of Ukraine was appointed the Ukrainian Research Institute of Environmental Problems (UKRNDIEP), Kharkiv. During 2004-2022 UKRNDIEP successfully performed the duties of the General Contractor and Coordinator of works on comprehensive ecological monitoring of the environment during the restoration and operation of the DWNF Danube river - Black Sea. In different years, leading scientific institutions were involved in the implementation of the Program as co-executors: Danube Hydrometeorological Observatory (DGMO), Odesa Center of the Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (OdC PIVDENNIRO), State Enterprise "ChornomorNDIproekt", Odesa Branch of the Institute of Biology of the Southern Seas of the National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences (OfInBPM), Danube Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences (DBR), Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences ), the Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine (IZAN), the Ukrainian Center for Land and Resource Management, the Ukrainian Scientific Center for Marine Ecology (UkrNCEM), the State Institution "Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine" (DU "IMB of the National Academy of Sciences of Ukraine") and other scientific organizations and individual specialists.

In accordance with the approved Monitoring Program, the following studies were carried out:

- conducting works on hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian section of the Danube Delta. Measurements of water flows and suspended sediment flows were carried out at 21 water bodies of the Danube Delta in different phases of the hydrological regime. In total, six series of measurements were carried out during the year, which covered almost the entire amplitude of fluctuations in the water level of the Danube during the reporting year. Daily (average daily) water consumption at Reni, Izmail, Vylkove, Prorva and Bystre stations was calculated based on their relationship with daily water levels;

- complex expedition surveys of freshwater ecosystems of the Ukrainian part of the Danube Delta and the adjacent part of the Black Sea;

- ichthyological monitoring, data collection for assessing the negative impact on fish resources during restoration works and calculating compensation payments;

- collection of data for calculating compensation payments for water pollution during dredging;

- control observations of the state of environmental components in the places of work;

- research of terrestrial and coastal ecosystems on the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR) in the zone of influence of works on the restoration of natural resources;



– special ornithological examinations in the area of the hands. Bistryi, on Yermakiv island and the coast. Observations were also made of the state of plant communities of the coastline and floodplains, macrozoobenthos of freshwater and brackish water corners and bays on the territory of the DBR, herpetofauna and rare ichthyofauna;

– analysis of ecological processes in the Danube Delta and the coastal part of the sea using remote monitoring tools.

The studies were carried out both on the sites subject to anthropogenic stress, and on those where dredging is planned in case of deployment of works for full development. The program of works on integrated ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea for 2023-2024 is presented in Appendix L.

### **The program of joint cross-border monitoring of the ecological state of the Danube Delta**

From the first years of the development and implementation of the Integrated Ecological Monitoring Program for the Restoration of the Danube river - Black Sea Watershed, the Ukrainian side emphasized that it is extremely important that Ukraine's efforts to create a modern monitoring system for the Danube Delta be supported by neighbouring Romania and international organizations. Interaction and coordination of monitoring works carried out by neighbouring states, and in the future - the development and implementation of an international monitoring program for the Danube Delta - these are the next necessary steps that will contribute to the effective solution of complex problems of sustainable development of the region.

In 2009, Ukrainian-Romanian consultations were held regarding the organization of joint monitoring of the Danube Delta and Avandelta. According to the Protocol of the second joint meeting of the Committee on Environmental Protection and Sustainable Development of the Ukrainian-Romanian Joint Presidential Commission, the Parties agreed that the establishment of a joint environmental monitoring network of the entire Danube Delta is beneficial for both states, with the involvement of both state bodies and research institutions of both Parties, which have the authority and experience in this field. The specified harmonized monitoring, exchange of information and cooperation between both Parties will contribute to the improvement of knowledge regarding the quality of ecological factors of the Danube Delta. The parties noted that it is necessary to attract significant human and financial resources for joint monitoring of the Danube Delta. Unfortunately, the joint work was not started.

In the first half of 2012, the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea was carried out in the absence of dredging operations. In the second half of the year, operational dredging began on the sea approach channel and navigation continued. Since 2012, dredging has been carried out only in the sea approach channels (SAC) and was aimed at maintaining the passport characteristics of the channel and maintaining navigable depths.

In connection with the decrease in the volume of works performed by SE "Delta-Lotsman", in the second half of 2012, an adjustment was made Programs of integrated ecological monitoring of the environment during the restoration and operation of the DWNF Danube river - Black Sea with the selection of priority areas of research.

When adjusting the Program, the following was taken into account:

– tracking the effects (direct and indirect) of operational dredging of the route of the sea approach channel and shipping on the ecological state of water bodies, as well as other natural and anthropogenic factors that shape the situation in the studied region (hydrological regime, volumes of water and sediment flow , the hydrochemical regime of the Danube flow, the dynamics of the sea edge of the delta, the development of groups of food organisms of fish, etc.);

– control of the condition of the water and coastal ecosystems of the Danube Biosphere Reserve adjacent to the DWNF area;

– obtaining the necessary information on possible transboundary impacts in accordance with the requirements of the Espoo Convention, in particular those identified by the Commission from the request as "probably significant negative transboundary impacts".

According to the results of the Ukrainian-Romanian consultations, which took place on March 5 and October 9, 2015, the Parties came to the recognition of the need for joint monitoring of the river delta. Danube.

On November 23, 2015, consultations of Ukrainian and Romanian experts were held to discuss the program of joint comprehensive environmental monitoring of the Danube Delta. The Romanian side agreed to take the monitoring program of the river delta as a basis. Danube, represented by the Scientific Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Environmental Problems" (UKRNDIEP) of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine.

In December 2015, the Ministry of Natural Resources of Ukraine sent to the Romanian side, through diplomatic channels, a draft of such a joint monitoring program, which was developed on the basis of the program implemented on the territory of Ukraine, in order to receive proposals from the Romanian side and agree on sampling points, control parameters, responsible organizations of executors and etc. (Appendix L).

The work included measures to implement the scientific conclusions and recommendations of the Espoo Convention request commission. The condition of the water and coastal ecosystems of the Danube Biosphere Reserve adjacent to the work area was also monitored, and the necessary information was obtained regarding transboundary impacts in accordance with the requirements of the Espo Convention, in particular, those identified by the Commission from the request as "probably significant negative transboundary impacts."

The following possible impacts were attributed by the Commission to the request:

- the impact of dredging operations on the distribution of water flows between the Bystre and Starostambulskyi arms and on the dynamics of the water level along the Bystre arm, which leads to the loss of water areas used by fish for spawning and development of young, birds - for nesting and feeding;
- the impact of the loss of fish and bird habitats as a result of the placement of soil dumps, dredging operations and the creation of coastal protection structures;
- the effect on fish of an increase in the concentration of suspended substances downstream from the dredging site;
- impact on seawater turbidity as a result of dumping on a marine landfill under the action of alongshore southerly currents;
- long-term obstacles to the restoration of areas of the bottom disturbed for use by fish, which are caused by repeated operational dredging;
- cumulative impacts of shipping, habitat loss and/or disturbance on fish and bird life that are significant in scale and long-term.

Based on the results of the work, the Program for joint cross-border monitoring of the ecological state of the Danube Delta (hereinafter the Program) was developed and implemented, aimed at eliminating uncertainties in environmental impact assessments (Appendix L).

According to the results of the Ukrainian-Romanian consultations on March 5 and October 9, 2015, taking into account the recommendations of the Espoo Commission in 2006 and the proposals of the World Wide Fund for Nature, the Parties came to the recognition of the need for bilateral monitoring of the delta of the Danube, which would be acceptable to both countries and beneficial both for the environment and inland navigation. [Program 2015, Appendix L]

The Program defines general tasks for the harmonization of agreed joint monitoring and reporting, lists of the main Ukrainian and Romanian (proposed to be filled in) executive organizations responsible for the implementation of works in accordance with Joint Monitoring and its key tasks are compiled. Considered issues of financial resources, scope of work and regular observations.

The results of the Program implementation are provided by the general contractor to the customer of works in the form of annotated and annual reports. On behalf of the Ministry of Natural Resources, informational and analytical materials on the state of implementation of the Program and the environmental situation in the Ukrainian part of the delta were presented to the relevant units of the Ministry every quarter and at the end of the year. If necessary, information was also provided to other interested organizations.

In order to further provide the Ministry of Foreign Affairs and familiarization and coordination with the Romanian side, the UKRNDIEP institute prepared and sent to the Ministry of Natural Resources of Ukraine, in particular:

- proposals for the establishment of a Joint Romanian-Ukrainian Working Group for the purpose of cooperation in matters of cross-border impacts of economic activity on the ecological state of the Danube Delta;
- the concept of the Program for joint Ukrainian-Romanian monitoring of the entire Danube Delta;
- the project of the Program of Integrated Ecological Monitoring of the Danube Delta (Ukrainian part).

Analysis of information and predictive calculations according to the directions of the Integrated Environmental Monitoring Program allow to assess the scale of the impacts of operational works at the level of predictive.

In order to prevent misunderstandings and cross-border problems, it was suggested:

- create an international working group to develop the International Monitoring Program of the Danube Delta;
- conduct an international comprehensive expedition survey of the ecological state of the entire Danube Delta;
- to improve and harmonize hydrobiological and complex methods of water quality assessment;
- to develop an integrated monitoring system for monitoring the natural territories of the Lower Danube Euroregion;
- to prepare and publish a joint Ukrainian-Romanian monograph on the current ecological state of the delta.

In the field of creation of an international system for the protection of wild nature of the Danube Delta, it was proposed:

- conduct an inventory of the species composition and common biocenoses of all protected territories, develop appropriate measures for protection and conservation;
- assess the current state of natural resources and agree on the rules of nature use in order to ensure the rational use of natural resources in nature reserves; to develop a common guide for the assessment of resources of economic interest; to develop an information system regarding protected natural areas in the Danube and Lower Prut deltas;
- agree with the Romanian side on periods of ban on commercial and sport fishing; agree on hunting rules; monitor the state of natural resources;

– create specialized working groups for species monitoring in accordance with international agreements;

- to develop unified criteria and methods for the protection of aquatic and terrestrial ecosystems of the protected areas of the Lower Danube. To determine the single border of the bilateral Biosphere Reserve of the Danube Delta (Romania, Ukraine) from the sea side.

Taking into account Romania's experience in the development of recreation on the Romanian part of the delta, it is necessary to develop a program for the development of recreation on the territory of the Ukrainian part of the delta. At the same time, it is necessary to deeply analyse the threats that exist or may arise in the lower Danube as a result of economic and other types of activities in the territories of the Danube countries.

The Program defines the reporting procedure, the list of Ukrainian institutions that should be involved in the implementation of joint monitoring, the scope of work and proposals for regular hydrological and hydrochemical observations (observation points, measured parameters, frequency of sampling), studies of bottom sediments, hydrobiological studies of Danube and sea coast in seasonal aspect and monitoring of ichthyofauna and natural resources, biodiversity.

### **International Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program of the Danube Delta (project)**

Guided by the provisions of the Ramsar Convention, Ukraine concluded an Agreement between the Ministry of Environment and Territorial Planning of the Republic of Moldova, the Ministry of Water, Forests and Environmental Protection of Romania and the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine on cooperation in the protected natural areas of the Danube Delta and the lower part of the Prut River. After the completion of internal procedures, the first meeting of the tripartite coordination commission was held on March 22, 2011.

On March 23-24, 2016, the fourth meeting of the tripartite coordination commission was held in Odesa. The issue of developing and implementing joint monitoring programs in the Danube Delta and the Lower Prut was included in the agenda.

The main issues discussed at the meeting:

– creation of a special subgroup for enhanced monitoring of fish resources. The parties agreed to submit nominations of national experts by April 30, 2016. The Romanian side undertook the organization of the first meeting of the working subgroup on this issue in July 2016;

– assistance to Romania in harmonizing the legislation of the Republic of Moldova and Ukraine with EU norms in the field of environmental protection;

– development and implementation of joint monitoring programs in the Danube and Lower Prut deltas, in particular, the joint monitoring program proposed by Ukraine was discussed.

At the fourth meeting of the tripartite coordination commission of the Ministry of Environment and Territorial Planning of the Republic of Moldova, the Ministry of Water, Forests and Environmental Protection of Romania and the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine in 2016. The parties reached an agreement on the identification and coordination of national experts for various subgroups of joint monitoring of the Danube Delta.

The following monitoring subgroups were proposed: monitoring of fish resources (including sturgeon); priority groups and species of plants and animals; alien species (invasive species); avifauna; flora and vegetation; water ecosystems; hydrochemistry; hydrology; analysis of space shooting materials. Coordination of these issues was entrusted to UKRNDIEP. The Ukrainian side prepared a list of experts and handed it over to the Romanian and Moldovan sides with a request to submit their proposals.

April 20, 2017 in Odesa, at the working meeting of the co-executors, the results of the works performed on the integrated ecological monitoring of the DWNF Danube river - Black Sea in 2016 were summarized, as well as the possibility of developing works within the framework of Ukraine-Romania-Moldova cooperation and the proposals of the co-executors regarding individual sections of the project of the international Ukrainian-Romanian- of the Moldovan Program for Ecological Monitoring of the Danube Delta, which were taken into account.

During 2017 UKRNDIEP developed the Project of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Ecological Monitoring Program of the Danube Delta (hereinafter the Program, Appendix L). The project defines the goal, strategy and stages of development of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Program, the reporting procedure, the list of Ukrainian institutions that should be involved in the implementation of joint monitoring, the scope of work and proposals for regular hydrological and hydrochemical observations (observation points, measured parameters, frequency of sampling), analyses of bottom sediments, hydrobiological studies of the river. Danube and sea coast in seasonal aspect, monitoring of ichthyofauna and natural resources, biodiversity. Quantitative measurement methods and necessary instrumentation were also revised and supplemented. The draft Program was sent for consideration to the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. [3]

In 2018, the decision of the Interdepartmental Coordinating Council (hereinafter ICC) on the implementation of the Convention on environmental impact assessment in a transboundary context in Ukraine defined a number of necessary measures, including issues related to joint monitoring of Danube (Minutes dated 05/21/2018).

On the final decision of the ICC UKRNDIEP, the project of the Program for monitoring the Danube delta on the basis of the methodology of the ICPD was completed and the warehouse of a

group of experts for monitoring the Danube delta was upgraded. The results of the work were sent to the Ministry of Natural Resources for further implementation.

The decisions of the Interdepartmental Coordination Council of the ICC also served as the basis for the implementation of the work "Analysis of the impact on the environment of the delta of the Danube, resulting from the already implemented works related to the project "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta" (1st stage and for full development) with the development of compensatory measures and measures to mitigate the probable impact based on the materials of comprehensive environmental monitoring of 2004-2017 and the results of on-site control observations (at least in the cross-border context)". (Kharkiv, UKRNDIEP, 2019 [4]).

During the implementation of this work in 2019, it was emphasized the need to accelerate work on the completion of joint Ukrainian-Romanian-Moldovan monitoring of the entire Danube Delta and the organization of the work of a joint Ukrainian-Romanian-Moldovan working group regarding cooperation on cross-border impacts of economic activity on the ecological state Danube Delta. At the moment, the agreements regarding the adjustment and implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program of the Danube Delta have not been completed.

For a coordinated assessment of the cross-border impact of anthropogenic activity in the Danube Delta, it is advisable, within the framework of joint Ukrainian-Romanian-Moldovan environmental monitoring, to speed up the development of regulations and a joint methodology for cross-border assessment of probable environmental impacts, since the synchronization of observations is a necessary condition for conducting a joint Ukrainian-Romanian of Moldovan ecological monitoring of the Danube mouth.

An analysis of the system of surface water monitoring and management of water resources of Ukraine, Romania and Moldova was carried out, as a result of which the following was established.

1. Coordinating function in the monitoring system in the river basin. The Danube on the territory of Ukraine is entrusted to the Department of Ecology and Natural Resources of the Odesa Regional State Administration. The Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO) conducts research based on the most extensive list of indicators.

2. Monitoring programs for surface water bodies, underground water and protected areas in Romania are implemented by the National Administration "Romanian Waters" through territorial units (Banat, Gius, Olt, Arges-Vedea, Buzeu-Jalomnica, Prut, Dobruja-Litoral). Surface water quality monitoring in the Danube basin in Romania is carried out systematically at 78 monitoring

sites: 35 plots on the river, 30 plots on lakes and 13 plots on eight reservoirs. Of the total number of plots, 9 are cross-border, of which 3 plots are located on the river and 6 - on lakes.

3. The State Hydrometeorological Service of Moldova is the only institution at the national level that monitors the quality of environmental components throughout the territory of the Republic of Moldova. Monitoring the quality of surface water bodies, as well as many other environmental factors, is carried out by the Environmental Quality Monitoring Office (EQMO) under the State Hydrometeorological Service, which has a large network of observation points throughout the territory of the republic. The surface water quality monitoring network of the State Water and Sewage Administration of Moldova includes a total of 56 observation points located on 17 large and small rivers, 5 large reservoirs, 3 natural lakes and one estuary. 30 points are located in the river basin. Dniester, 24 points - in the basins of the Prut and Danube rivers, as well as the Black Sea. Observation points are located near large urban areas. Monitoring of diffuse surface water pollution is not carried out in the Republic of Moldova.

4. In Moldova, since 2007, the monitoring of surface water quality has been based on the requirements of the Water Framework Directive for biological and chemical indicators, with subsequent changes regarding the optimization of sampling points and their frequency. Monitoring of the state of higher aquatic vegetation was also started. Work on the integration of the monitoring system is being implemented in Ukraine in accordance with EU Directive 2000/60/EC and a number of other regulatory documents regarding the assessment of surface water quality. Only in Romania has an integrated monitoring system been created in accordance with EU Directive 2000/60/EC and all European requirements in the field of water resources.

5. Ukraine, Romania and Moldova have developed regulatory documents for the assessment of surface water quality according to 5 quality classes. The largest list of indicators is included in the Moldovan surface water quality standard. It includes the entire list of priority pollutants according to EU Directive 2000/60/EC, but it does not include a number of substances for which Ukraine and Romania conduct monitoring studies.

6. The list of indicators, according to which cross-border monitoring is carried out on the territory of Moldova, Romania and Ukraine, was analysed. A list of the main indicators that must be used in the Ukrainian-Romanian-Moldovan Program is proposed. Special attention needs to be given to clarifying the list of priority substances according to EU Directive 2000/60/EC, according to which it is necessary to conduct monitoring studies and their regulations. [5]

The main goal of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program of the Danube Delta is the information provision of state management systems and the interstate basin management system in the Danube Delta, including the planning of



measures and the evaluation of the effectiveness of their implementation, information provision of national state institutions.

The strategy of the Danube Delta monitoring program can be aimed at solving the following two tasks: monitoring and evaluation of the effectiveness of implementation of programs and plans for the improvement of the Danube Delta; cross-border load monitoring. (Program 2017, Appendix L)

In order to implement the strategy of the environmental monitoring program, it is necessary to create a representative network of observations, develop the observation regulations, ensure the quality and reliability of the results of observations.

The Program defines the basic principles of forming a network of international environmental monitoring stations; requirements for the material, technical and methodical base; criteria for the selection of laboratories and organizations that can participate in the implementation of the basic monitoring program; the issues of water quality assessment and transboundary transfer, organization of joint monitoring, scope of work and regular observations, reporting, financial resources, information management, training were considered and clarified. A list of the main executive organizations of Ukraine responsible for the implementation of works under Joint Monitoring has been compiled, similar lists have been proposed for Romania and Moldova.

Creation and development of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan network The environmental monitoring program of the Danube Delta can take place in three stages.

I. Formation of international cross-border monitoring based on existing national monitoring systems in accordance with the goals of the cross-border monitoring strategy.

II. Improvement of the observation network and material and technical base, optimization of the observation schedule in accordance with the strategy of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program.

III. Implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program in the planned volumes determined by the strategy of the Monitoring Program. (Program 2017, Appendix L)

The Program defines tasks and success indicators for the implementation of each stage to ensure the transition to the next. At the end of each stage, it is proposed to carry out a critical analysis and evaluation of the effectiveness of the Program in terms of its compliance with the requirements of information support of international basin management bodies and the development of recommendations for its improvement.

### **Conclusions to the section**

1. The lower Danube and its delta within Ukraine belong to the category of cross-border objects. The assessment of the ecological state of these waters is of interest both at the national and international level, which necessitates comprehensive monitoring and the development and implementation of environmental protection measures taking into account the entire system of the Danube Delta.

2. In order to solve the main problems of water quality monitoring in Ukraine, it is expedient to take into account the experience of developing and implementing the Program of Integrated Ecological Monitoring of the Environment during the restoration of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea (DWNF) in 2004-2006, which allowed obtaining a large amount of nature data for objective assessment of the impact on the surrounding natural environment of the first stage of works on the restoration of DWNF, to determine the priority directions in which monitoring works should be strengthened, to optimize the complex of monitoring works as a whole.

3. According to the results of the Ukrainian-Romanian consultations in 2015, taking into account the recommendations of the Espoo Commission in 2006 and the proposals of the World Wide Fund for Nature, the Parties came to the recognition of the need for bilateral monitoring of the delta of the Danube in accordance with the created Program of joint cross-border monitoring of the ecological state of the Danube Delta.

4. Based on cooperation within the framework of several meetings of the tripartite coordination commission in 2011-2017. UKRNDIEP developed the Project of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program of the Danube Delta, the implementation of which is proposed in three stages:

I. Formation of international cross-border monitoring based on existing national monitoring systems in accordance with the goals of the cross-border monitoring strategy.

II. Improvement of the observation network and material and technical base, optimization of the observation schedule in accordance with the strategy of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program.

III. Implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program in the planned volumes determined by the strategy of the Monitoring Program.

Tasks and success indicators for the implementation of each stage are defined to ensure the transition to the next one. At the end of each stage, a critical analysis and evaluation of the Program's effectiveness is proposed for its compliance with the information support requirements of international basin management bodies and the development of recommendations for its improvement.

5. During the clarification of the Program, a list of the main indicators that must be used in the Ukrainian-Romanian-Moldovan Program was proposed based on the analysis of the list of

indicators for which cross-border monitoring is carried out on the territory of Moldova, Romania and Ukraine. It is emphasized that the clarification of the list of priority substances in accordance with EU Directive 2000/60/EC, according to which it is necessary to conduct monitoring studies, and their regulations.

6. In order to provide additional information support for the development of the environmental impact assessment of the planned activity "Reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta" the list of indicators and territories in the area of activity of the reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway of the river" was expanded. Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta". The results of these studies are given in the relevant sections of the report on EIA.

## 13 NON-TECHNICAL SUMMARY

### **Planned activity and its goals**

The planned activity for the reconstruction of construction projects "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta" focuses in the Ukrainian part of the Danube delta, formed when the river flows into the Black Sea. The DWNF route runs through the Kiliya arm from its beginning (Cape Izmailskyi Chatal), the Starostambulskyi arm to the branching with the Bystre arm and then the Bystre arm and the adjacent part of the coast.

Navigation along the Kiliya arm and the arms of the Kiliya delta in the Danube region has been one of the main traditional activities since the middle of the 19th century. The seaports of Izmail, Reni, and Kiliya, located in the Kiliya branch, are 180, 160, and 120 years old, respectively.

The Bystre arm was used for shipping until 1958, after which it was preserved for military needs.

From 1957 to 1994, the Prorva channel was used for the passage of "river-sea" vessels with a draft of 3.5–4.0 m into the Ochakiv and Kiliya arms, which ceased to function due to permanent siltation.

Kiliya arm of the river Danube is part of the VII international transport corridor.

The lack of shipping in the Ukrainian section of the Danube Delta causes serious economic, strategic and social damage to independent Ukraine, which indicates the objective necessity of restoring shipping along the arms of the Kiliya Delta.

The goals of the planned activity are:

- restore national and international navigation on the Ukrainian section of the DWNF Danube - Black Sea (along the route of the 7th international transport corridor)
- create favourable conditions for the work of national shipping companies, ports, shipbuilding and ship repair plants;
- to stimulate the economic recovery of the maritime complex of the Ukrainian Danube region;
- to ensure the diversification of export flows of products of the Ukrainian agro-industrial complex in the conditions of a military confrontation with Russia.

The deep-water navigation fairway along the Kiliya and Bystre arms will contribute to increasing the economy and safety of shipping in the Danube basin. Therefore, the presence of a deep-water navigation fairway in the Ukrainian section of the Danube Delta meets the economic needs of the European Community.

The places of work are the spillways of the Kiliya arm, the branching area of the Starostambulskyi and Bystre arms, and the sea bar of the Bystre arm.

The reconstruction of the construction projects is planned in parallel with the allocation of launch complexes (LC).

The technical characteristics of the construction of the first LC are adopted in accordance with the actually achieved parameters of the DWNF. As part of the first LC, the reconstruction of an enclosing dam on the northern side of the sea approach channel with a length of 1,670 m, the arrangement of coastal dumps and the construction of a stream directing dam with shore fortifications on 11 km of the shipping lane are foreseen.

As part of the second LC, the reconstruction of the DWNF route with an increase in depth to 7.68 m for the passage of settlement vessels with the following parameters is provided for: length 125.0 m, width 17.0 m and draft 5.0 m and the construction of an enclosing dam on the southern side of the sea approach channel with a length of 2970 m.

As part of the third LC, the reconstruction of the DWNF route with an increase in depth to 10.0 m to ensure the passage of vessels with a draft of up to 7.2 m is provided, and the extension of the barrier dams built as part of the first and second LC by 1,570 m, with access to the sea at depth >10.0 m).

The storage of dredging soils is provided for in coastal dumps on the left bank of the Kiliya arm and on the existing sea dump of soil, is located at a distance of more than 8 km from the coastline to the east of the mouth of the Bystre arm.

### **Alternatives to the planned activity**

The choice of the option of the route of the deep-water shipping route, which provides for the exit from the Kiliya arm to the Black Sea along the Starostambulskyi - Bystre arms (hereinafter DWNF Danube - Black Sea), was made on the basis of a comparison of more than 10 options developed at the levels of technical and economic justifications and project proposals. The considered options covered all practically possible ways of ensuring shipping in the Ukrainian section of the Danube Delta and provided for the use of both existing arms and artificial shipping channels. Preference was given to the selected route option based on the results of a comparative assessment of the environmental impact of the proposed route options using expert-analytical procedures taking into account a set of environmental criteria, in particular, the transboundary impact on the biodiversity of the bilateral biosphere reserve in the Danube Delta.

### **The main sources and factors of the impact of DWNF on the environment**

<b>Types of work and sources of influence</b>	<b>Factors of influence</b>
<i>Construction period</i>	
<p>1. Excavation of soil in the sections of the riverbed and the sea approach channel.</p> <p>Storage of soil in riverbed and coastal dumps and marine landfill.</p> <p>A complex of machines and mechanisms</p>	<p>1.1. Damage to the bottom in areas of the river bed, sea approach channel and protective dam</p> <p>1.2. Damage to the bottom at the site of the marine landfill</p> <p>1.3. Occupation of land for coastal dumps</p> <p>1.4. Losses of soil during excavation and dumping (on sections of the route)</p> <p>1.5. Contact of stacked soil with sea water</p> <p>1.6. Inflow of return water from coastal landfills</p> <p>1.7. Noise from the operation of mechanisms</p> <p>1.8. Emissions into the atmosphere from engine operation</p>
<i>Operational period</i>	
<p>2. Repair dredging works. Storage of soil to channel and shore dumps and to a marine landfill.</p> <p>A complex of machines and mechanisms</p>	<p>2.1. Damage to the bottom in areas of the river bed and sea approach channel during soil excavation</p> <p>2.2. Damage to the bottom at the site of the marine landfill</p> <p>2.3. Occupation of land for coastal dumps</p> <p>2.4. Soil losses during excavation</p> <p>2.5. Contact of stacked soil with sea water</p> <p>2.6. Inflow of return water from coastal landfills</p> <p>2.7. Noise from the operation of mechanisms</p> <p>2.8. Emissions into the atmosphere from engine operation</p>
<p>3. A complex of hydrotechnical structures and vessels passing through the fairway</p>	<p>3.1. The slot and dams in the bar zone as delta-forming elements</p> <p>3.2. Changed morphometric and hydrodynamic parameters of watercourses and bar area</p> <p>3.3. Waves during the passage of ships</p> <p>3.4. Arrival of pollutants during accidents</p> <p>3.5. Introducing new representatives of flora and fauna</p> <p>3.6. Engine noise</p> <p>3.7. Emissions of pollutants into the atmosphere</p>

The key environmental factors most sensitive to the planned activity in the transboundary context are the water environment and the most valuable components of the delta biome, the existence of which is connected with the water environment - fish and birds.

**Impact on the aquatic environment** in accordance with the conclusions of the Commission, the request consists of the impact on the hydrology of the river. Danube, impact on sediment flow, distribution of suspended matter and morphology of the coastal zone, impact on pollution of river and coastal waters.

*Impact on the hydrology of the river Danube*

According to the results of forecast calculations, the redistribution of flow in the Danube delta as a result of the creation of the DWNF will not affect the system of the Ochakiv arm. The increase in costs in the Kiliya arm will be about 1%. Such an impact is insignificant, especially taking into account the fact that due to hydrotechnical construction carried out by Romania to ensure navigation on the Tulchyn and Sulin arms, water consumption in the Kiliya arm gradually decreased at the end of the last century.

*Influence on the distribution of costs between the Kiliya and Tulchynskiy arms and on the dynamics of water levels in the Kiliya arm* in its final report, the Commission on Inquiry rated cross-border as likely to be minor.

*The influence of dredging operations on the distribution of water between the Bystre and Starostambulskiy arms and the dynamics of water levels in the Bystre arm* assessed by the Inquiry Commission as likely to have a significant cross-border impact.

Mathematical modelling of the influence of the sea approach channel on the distribution of water flows between the Bystre and Starostambulskiy arms, carried out for the range of costs from minimum to maximum, proved that the construction of the DWNF can cause only a slight decrease in water consumption in the Starostambulskiy arm, with a maximum value of up to 1% of the flood costs at maximum water consumption, which is almost an order of magnitude less than predicted in the conclusions of the Commission from the request.

The water level in the Starostambulskiy arm below the bifurcation with Bystre can decrease by less than 1 cm (in flood) as a result of the construction of the DWNF. Under these conditions, the drop in the water level in the Bystre arm will be less than 2 cm. Such minor changes in the hydrological regime of the Starostambulskiy and Bystre arms cannot lead to the loss of water areas used by fish for spawning and development of young, and by birds for nesting and feeding. This allows us to draw a reasonable conclusion about the absence of likely significant hydrological transboundary impacts of the DWNF Danube river-Black Sea.

*Mitigation measures*

According to the results of detailed model calculations of the efficiency of the jet-directing dam, designed on the left bank of the Starostambulskyi arm before the branching of the Bystre arm in order to prevent an increase in water consumption in the latter, it was established that the impact of the dam is generally insignificant, but commensurate with the changes in these parameters caused by the dredging works for the reconstruction of the DWNF.

Thus, under the conditions of the full implementation of the planned activities for the reconstruction of DWNF facilities, the probable transboundary impact on the level and flow of water in the Starostambulskyi and Bystre arms is insignificant.

As for the probable impact of such flow redistribution on the functioning of the Musura channel, at the stage of post-project analysis, when a trend of significant reduction of costs in this channel is detected, appropriate mitigating hydrotechnical measures can be developed.

According to the data of hydrological monitoring since 2004, no significant changes in the distribution of the Danube flow between the delta branches and in the dynamics of water levels in the Bystre arm, associated with the commissioning of the DWNF Danube - Black Sea facilities, have been detected.

***Impact on sediment flow, distribution of suspended solids and morphology of the coastal zone***

*The effect on increasing the turbidity of river and sea waters during dredging operations*  
The commission found the request to be likely cross-border, but cited a lack of sufficient information to determine its significance. At the same time, it was noted that this influence is very large in terms of spatial and temporal scales, but is an insignificant transboundary influence in comparison with the background values of sediment transport and the variability of their content.

For an in-depth assessment of the transboundary impact of increasing the turbidity of the Danube water during dredging operations in the channel part of the DWNF, predictive calculations of the distribution of finely dispersed suspended solids on the border sections of the rivers of the Kiliya arm before the branching of the Babina arm and the Starostambulskyi arm below the branching of the Bystre arm, where this impact can be most significant, were performed .

According to the results of calculations, the increase in the content of suspended solids in the water flowing from the Kiliya arm to the Babyn arm will be less than 0.1 mg/dm at the maximum approach of the dredgers to the branching point of the arms<sup>3</sup>, which cannot be determined by direct measurements. Such cross-border influence is insignificant.

In the Starostambulskyi arm, the increase in the content of suspended substances in the water at a distance of 1 km downstream will not exceed 4 mg/dm<sup>3</sup>, and at a distance of 8 km (at the branching point of the Musura arm) will be less than 3 mg/dm<sup>3</sup>. In the conditions of usually increased turbidity of the Danube water, such an additional increase in suspended solids



concentration due to dredging operations is insignificant and cannot be determined by direct measurements. The plume of increased turbidity will not approach the shores of the arm for a distance of less than 100 m and, thus, will not reach the Romanian coast.

According to the results of the simulation of the dispersion of the plume of increased turbidity, formed as a result of dredging on the bar of the Bystre arm, under the conditions of its spread along the coastal current towards Romania, the content of suspended substances in the water on the border of Ukraine will not exceed the background values.

Therefore, the transboundary impact of the increase in water turbidity from dredging works in the Kiliya and Starostambulskyi arms and on the bar of the Bystre arm is insignificant.

*Increase in seawater turbidity as a result of dumping* The Commission assessed the likely significant transboundary impact, since under conditions of southern alongshore currents the predicted increase in concentrations of suspended solids at the Romanian border is equal to the background level.

According to the results of model calculations for the conditions of the existing marine soil dump using the scenario and parameters given in the report of the hydromorphology expert of the Commission on request, the highest average concentration of suspended silt on the Romanian border is 2 mg/l, which is 2.5 times less than value calculated by an expert. But, since this concentration is at the lower end of the range determined by the expert of the Commission on the request as dangerous for the environment, the possibility of reducing the impact of the increased concentration of suspended silt from dumping in seawater on the border with Romania was analysed by increasing the distance from the point of soil dumping to the border, reducing depth of the dumping site, and/or reduction of dumping intensity.

The most rational *mitigating measure* limiting the intensity of dumping by regulating the frequency of unloading barges is recognized.

*The local morphological impact of the barrier dam and the operational dredging of the bar of the Bystre arm on the coastal strip of the Kiliya delta* The commission assessed the request as likely to be significant, but due to insufficient information could not make an opinion *on the significance of any potential transboundary impacts of DWNF on the Romanian coastal areas between the Kiliya and Sulin arms.*

In order to clarify the assessment of the possible transboundary impact of DWNF structures in the bar zone of the Bystre arm (sea approach channel and barrier dam) on the coastal zone in the area between the mouth of the Bystre arm and the mouth of the Starostambulskyi arm, model calculations were performed using the COASTOX-MORPHO modelling complex, which includes a chain of models " waves – coastal currents – transport of silt – reshaping of the bottom surface", which allows predicting the reshaping of the bottom and shores.

The model scenarios included options without hydroelectric dams, with a channel without a dam, with a “short dam” that corresponds to the section constructed in 2004, and with parallel dams.

The obtained results demonstrate that the influence of the construction of DWNF dams and dams on the dynamics of washouts and siltation is insignificant and is observed at a distance of no more than 5-6 km south of the mouth of the Bystre arm, despite the fact that the Ukrainian-Romanian sea border passes at a distance of about 16 km from the mouth .

According to the simulation results, it can be confidently stated that even with the presence of two parallel dams, some minor local changes in morphodynamic processes are likely only in the area of the DWNF and will not spread to the territory of Romania, therefore *significant transboundary impacts on alongshore sediment transport are unlikely.*

*Proposed by the Commission at the request of the transfer of the marine dump of soil closer to the shore with the aim of returning to the littoral processes the accumulated sediments removed during dredging of the SAC, it is impractical, since the modelling took into account the removal from littoral processes of sediments removed from the sea approach channel, and under these conditions, significant erosion of the coastline and the Ptashyna foreland is not predicted.*

*The warnings of Romanian experts regarding the possible channelling of sediments towards Romania by the barrier dams are not justified, because according to the simulation results, which are in good agreement with the data of space images, the sediment field generated by the leak from Bystre in the northern part of the district does not affect the sediment field formed by the leak from the Starostambulskyi arm in the southern part of the district. The construction of the DWNF affects only the northern system, so the likely changes in the northern sediment field will not extend to the Romanian part of the delta.*

#### *Impact on pollution of river and coastal waters*

According to the results of the Commission's work on the request, the significant cross-border impact on toxicity and on the main indicators of river and sea water pollution, namely, on the concentration of nitrogen compounds, heavy metals, and organic substances, was recognized as incredible. This conclusion was also confirmed by the results of long-term environmental monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta, although evidence of the influence of other anthropogenic sources of pollution on these indicators of water quality in the lower reaches of the Danube was obtained.

#### **Effect on fish**

*Such effects as an increase in the content of suspended solids on fish and their feed base, fish, the effects on hydrobionts of the deterioration of water quality, and the intrusion of salty waters into the Bystre branch* The commission found the request "incredibly significant cross-

border". These conclusions coincide with the conclusions of the EIA, which were based on the results of forecasting the impact of dredging operations on the quality of river and sea water and on the results of long-term environmental monitoring in the Ukrainian part of the delta.

Close to this list in its essence is the one separately selected by the Commission "*the effect of an increase in the concentration of suspended solids downstream of dredging sites on fish*". This wording in the final list of impacts, formed by the Commission at the request, is immediately classified into two gradations: "likely significant transboundary impacts" and "negative transboundary impacts are likely, but there is insufficient information to judge their significance." Based on the results of EIA of the distribution of suspended solids in the most sensitive to transboundary influence in the channel sections of the DWNF, and the fact that until now direct measurements within the framework of multi-year monitoring of the delta have not recorded an increase in the concentration of suspended solids below the places of operation of dredgers compared to the background values. , this impact should be considered purely local, although this does not negate the expediency of its further study at the stage of post-project analysis.

*Mitigating measures.* It provides for restrictive regulation of the intensity of dredging during the period of low water flow in the arms and the maximum restriction of these works during the spawning period of fish and the migration of young fish (the maximum restriction means the possibility of such work only in the event of an immediate threat to the safety of navigation with the obligatory receipt of a special permit from state bodies responsible for ensuring environmental safety).

According to the current legislation of Ukraine, when performing dredging works, mandatory monetary compensation is provided for the effects of changes in the concentration of suspended substances and chemical ingredients in water on young fish and on food organisms. The size of this compensation is determined according to approved methods and depends on the composition and mass of pollutants entering the water, as well as on the mass of food organisms in the area of the source of pollution.

*The influence of dredging works on the bar of the Bystre arm and the enclosing dams of the sea approach channel on the migration of sturgeon and herring* assessed by the Commission on request as having an unlikely significant transboundary impact, which in the Commission's opinion also excludes a significant adverse transboundary impact on commercial fisheries. At the same time, in the final list of impacts formed by the Commission, "the impact on the migration of fish that pass by the places of dredging or by the areas changed as a result between the places of residence along the border" is assigned to gradation "negative transboundary impacts are likely, but there is insufficient information to judge their significance." Based on this, the study of this effect

was planned as part of additional studies, which were not carried out in full due to force majeure circumstances. Such studies will be continued at the post-project analysis stage.

At the stage of post-project analysis, the study will be continued *the impact of dumping on the benthic fauna in the area of the marine soil dump due to the increase in the concentration and distribution of suspended substances, the loss of habitats and the destruction of organisms that are food for fish*, as the Commission's conclusions on the inquiry classified this impact as both incredibly significant impacts and gradation "negative transboundary impacts are likely, but there is insufficient information to judge their significance."

The results of the already conducted studies prove that there are areas within the marine soil dump with both the absence of macrozoobenthos and its significant development; such a mosaic should be considered a consequence of uneven dumping of soil within the landfill over time (corresponding to the technology of successive alternate filling of the landfill territory) and relatively quick recovery of benthos after dumping, due to which the impact of dumping on the development of benthos is local, has no signs of cumulation and cannot be considered as likely to be significant in a cross-border context.

*Mitigation measures.* The site for the marine dump was chosen in an area with depleted benthos. The technology of soil storage is provided, according to which dumping is carried out within a separate segment of the area of the sea dump for a certain time, sufficient for the restoration of benthic organisms in other segments.

Clarification of the assessment *transboundary impact of the passage of vessels on fish*, regarding which the Commission from the inquiry stated the impossibility of determining the probability due to insufficient information (Final report of the Commission, subsection 6.6, item 10) is assigned to the stage of post-project analysis.

The likely significant negative transboundary impacts on fish are attributed by the Commission to "long-term obstacles to the restoration of areas of the bottom disturbed for use by fish, which will be caused by repeated operational dredging works", the impact of morphological modifications, in particular, coastal fortification, which leads to the unification and degradation of living conditions, as well as the cumulative effect of an increase in suspended solids, loss and modification of habitats, and deterioration of water quality.

*Regarding the impact of repetitive operational dredging, and morphological modifications for the use of periodically disturbed areas of the bottom by fish* based on the results of field studies on the environmental monitoring program during the operation of the DWNF with the currently achieved parameters, the following conclusions can be drawn:

- in the channel part of the DWNF, the need for repeated dredging will arise sporadically in limited areas, after which the benthic groups will have time to recover to their natural state;

areas where there would be a need for frequent and regular dredging works were not identified;

- overhangs and unstable coastal slopes, where dredging and shore fortification work is concentrated, are subject to permanent natural reshaping, as a result of which they are characterized by a weak development of benthic fauna and are not of great importance as places for feeding and living of fish, therefore, both the natural reshaping of riverbeds and man-made damage to the soil in the arms during dredging and shore fortification works cannot lead to significant negative effects on ichthy and bird fauna, especially in a transboundary context;
- within the sea approach channel, as a result of periodic deposition and redeposition of bottom sediments and repeated dredging, the development of benthos is weak, but the area of this area compared to the entire area of the bar zone of the Bystre arm is only about 10%, and in relation to the grazing zone within the borders of the delta of the extension of the Kiliya arm - about 0.6%; therefore, the impact of repeated operational dredging works within the marine access channel on the forage base of fish is local and cannot be considered likely to be significant in a transboundary aspect;

*Analysis probable cumulative cross-border influence navigation, habitat loss and/or disturbance to fish and bird life* of the Danube Delta was carried out using expert analytical procedures. Based on the results of the analysis, the factors and sources of influence on which environmental safety depends most of all in the case of cumulation of impacts are determined, and the most effective measures are identified to prevent the cumulation of impacts and ensure the environmental safety of the operation of the DWNF, which will in the future allow the most purposeful and rational effort to be spent on the implementation of complex environmental protection events in the Danube Delta. The results of the conducted analysis proved that the envisaged set of environmental protection measures allows to prevent a significant transboundary cumulative impact of DWNF during the period of exploitation on the life of fish and birds of the Danube Delta.

#### *Mitigation measures*

According to the results of the comparative analysis, the compensatory restoration of habitats in the northern parts of the Danube Biosphere Reserve (including Yermakiv island), where the degradation of biocenoses took place as a result of the joint action of the processes of the natural evolution of the delta and economic activity to maintain shipping on the arms. The second in terms of effectiveness was the creation of a jet-directing dam in the city of the branch of the Bystre arm, which should prevent man-made redistribution of the flow between the Bystre and

Starostambulskyi arms. In third place in terms of efficiency is the restoration of natural vegetation of the channel banks of the Bystre arm, degraded as a result of the natural processes of the development of this arm. This tool will preserve the habitats of animal populations along the banks of the arm and minimize the need for hydrotechnical shore fortification. Measures such as limiting dredging during the spawning period, spawning of young fish and nesting birds, as well as opening the bar of the Starostambulskyi arm have been recognized as quite effective.

The latter measure is complementary (or alternative) to the construction of the jet-directing dam, as it also increases costs in the Starostambulskyi branch. In the same context, the proposal to open a bar in the Musura arm can be considered. However, these measures can cause their own negative effects on the biota of these arms and forelands of Nova Zemlya, located near the border with Romania, so their expediency should be determined taking into account the position of the Romanian side.

At the end of the analysis of the effects of DWNF on fish, it should be noted that until now, monitoring ichthyological studies have not established negative trends in the dynamics of fish populations passing through the Bystre arm.

#### **Effects on birds**

In the expert conclusions given in subsection 6.7 of the Commission's final report on the inquiry, the significance of transboundary impacts on birds from the loss of habitats in a number of points is made dependent on changes in hydrological and morphodynamic influences [16, subsection 6.7, para. 2-5]. Since the in-depth modelling studies carried out do not provide grounds for statements about the probability of significant transboundary impacts of DWNF on the hydrology and morphodynamics of the delta, the corresponding transboundary impacts from the physical loss of bird habitats cannot be assessed as likely to be significant.

Impacts from the loss of bird habitats as a result of dredging, remedial dredging, coastal protection measures and the creation of coastal dumps, as well as the impact of disturbance from shipping (noise, waves, visual and physical impacts, pollution, including accidents) are assessed as likely negative impacts in this subsection, but local and limited [16, subsection 6.7, p.p. 1, 6, 8, 9].

Results of an in-depth assessment of cross-border aspects *the impact of the placement of soil dumps, dredging works and the creation of coastal protection structures on avifauna due to the loss of their habitats* taking into account the results of a complex of faunal studies carried out during the period from the beginning of works on the restoration of navigation in the Ukrainian part of the Danube Delta, they proved the absence of a significant transboundary impact on the avifauna caused by dredging works in the arms and the low probability of such impacts in the future, taking into account the established seasonal and spatial restrictions on carrying out such works, as well as refusal to use coastal dumps on the Yermakiv island. Coastal dumps along the left bank of the

Kiliya arm, which remained for further use, are located in ecologically devalued areas outside the protected areas and cannot cause a significant negative transboundary impact on birdlife.

It is also recognized as local and limited *negative transboundary impact of increasing bird population density at alternative sites* [16, subsection 6.7, p. 7].

The Commission's expert on the request recognized the most significant compared to other possible negative transboundary impacts on birds *impact of habitat loss due to dredging on the Bystre arm bar, especially for terns* [16, subsection 6.7, p. 2].

According to the results of ornithological research on the Ptashyna foreland, a deltaic neoformation in the area of the mouth of the Bystre arm, where in the years preceding the start of construction work on the SAC, there were one of the largest colonial nesting settlements of land-nesting birds, mainly yellow-legged martins, and terns in the Danube Delta : river *Sterna hirundo* and ruffed grouse *Thalasseus sandvicensis*. starting from 2005, a gradual decrease of colonies was observed, and in 2008 they completely disappeared. The reason for the disappearance of the colonies, according to the ornithologists, is the progressive shallowing of the water area between the main delta island of the Kuban and the Ptashyna foreland, which, since the winter of 2007-08, has led to the availability of the territory of the foreland for terrestrial predators (foxes and raccoon dogs) and wild boar. Such a neighborhood in nature in the conditions of the Danube Delta turned out to be impossible. As a result, the birds were forced to leave their traditional nesting places.

Species of disperse-nesting waders, which are more tolerant of the presence of terrestrial predators, continue to nest on the spit in normal numbers.

From the Ptashyna foreland, the colonies moved to the Nova Zemlya foreland, an island territory located to the south of the Ptashyna foreland.

Over the past decades, the main places of colonial settlements of this group of birds in the Ukrainian part of the Danube Delta have changed several times. At one time, there were and are now the coastal forelands of Perebijna, Taranova, Potapova (Dalnia), Ptashyna and Nova Zemlya. On Potapova, Taranova and Ptashyna foreland, the colonies disappeared due to their connection with the main islands. At the same time, in the case of restoration of isolation, colonies on them were also restored, as was the case with Taranova foreland in 2007 and 2008.

On the Pereibinaya foreland, which has remained isolated for decades, the colonies disappeared as a result of its intensive overgrowth, which made it possible for a raccoon-like dog and, partly, a wild boar to live here. These mammals got to the foreland, mainly in the winter period, on the ice.

In order to study the impact of hydrotechnical construction and operation of the DWNF Danube river-Black Sea on the colonial settlements of birds on the Ptashyna foreland, it is important to determine the ratio of natural and artificially induced processes of the foreland

evolution. The results of the corresponding model studies indicate a minor influence of the sea approach channel and the enclosing dam on the natural processes of the evolution of the Ptashyna foreland.

*Mitigation measures for the negative impacts of DWNF on birds*

Within the sea approach channel and the Bystre arm, the speed of vessels is limited to 7 knots per hour, it is prohibited to sound signals, broadcast music on deck. It is forbidden for small vessels to approach the Ptashyna foreland at a distance of less than 150 m. Maximum restrictions on dredging during the nesting period have been established.

As compensation for possible local damage to the avifauna of the DBR from the construction of the DWNF, it is proposed to introduce measures for the complete renaturalization of Yermakiv island with the restoration of the state of a natural coastal island with an unregulated hydrological regime, clearing of the Vostochnyi – Ananka corner and Rybachyi zholobok.

At the moment, there is an in-depth analysis of the feasibility of implementing measures to artificially maintain optimal depths in the areas of the Bystre corner and the water area that separates the Ptashyna foreland from the main island, since natural hydrological processes may lead to the loss of these formations as habitats for protected avifauna.

The scope and parameters of the listed measures, related to biotechnical, were to be specified in the process of additional natural studies, which were not carried out due to force majeure circumstances



## 14 LIST OF REFERENCES

### Section 1

1. Detailed Design “Reconstruction of protecting dam structure at marine approach channel of navigation fairway Danube river – Black Sea within the Ukrainian part of the delta, Odesa region, Kiliya district, Bystroye arm”

### Section 3

1. Passport of Odesa region for 2021. Electronic resource. URL : <https://oda.od.gov.ua/odeshhyna/pro-odeshhynu/pasport-oblasti/>

2. Izmail district / S. I. Mazur, V. V. Nedashkivskiy, D. G. Peychev // Encyclopedia of Modern Ukraine [Electronic resource] / Ed.: I. M. Dziuba A. I. Zhukovsky, M. G. Zheleznyak [etc.] ; National Academy of Sciences of Ukraine, Shevchenko Scientific Society. – K. : Institute of Encyclopedic Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2011. URL : <https://esu.com.ua/article-13824>

3. Odesa region / S. R. Hrynevetskyi // Encyclopedia of Modern Ukraine [Electronic resource] / Ed.: I. M. Dziuba A. I. Zhukovsky, M. G. Zheleznyak [etc.] ; National Academy of Sciences of Ukraine, Shevchenko Scientific Society. – K. : Institute of Encyclopedic Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2022. – URL : <https://esu.com.ua/article-75193>

4. The state and quality of the natural environment of the coastal zone of the North-Western Black Sea: monograph / edited by T.A. Safranova, A.V. Chugai. Kharkiv: IE Panov A.M., 2017. 298 p. ISBN 978-617-7541-14-0

5. Report on the strategic environmental assessment of the program of socio-economic and cultural development of the Odesa region for 2022. Kyiv. 2021. 107 p.

6. Danube River Basin Management Plan (2025 – 2030). Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine; State Agency of Water Resources of Ukraine. 2022. 57 p.

7. The Lower Danube River Subbasin Management Plan (2025-2030). Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine; State Agency of Water Resources of Ukraine. 2022. 71 p.

8. Electronic resource. URL: [weatherspark.com](http://weatherspark.com)

9. Electronic resource. URL: <http://www.dbr.org.ua>

10. "Cities and districts of Odesa region for 2011". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2012

11. "Cities and districts of Odesa region for 2012". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2013

12. "Cities and districts of Odesa region for 2013". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2014
13. "Cities and districts of Odesa region for 2014". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2015
14. "Cities and districts of Odesa region for 2015". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2015
15. "Cities and districts of Odesa region for 2016". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2016
16. "Cities and districts of Odesa region for 2017". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2017
17. "Cities and districts of Odesa region for 2018". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2018
18. "Cities and districts of Odesa region for 2019". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2020
19. "Cities and districts of Odesa region for 2020". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2021
20. Statistical collections of the State University "Centre of Medical Statistics of the Ministry of Health of Ukraine" for the years 2009-2018.
21. Health care facilities and population morbidity in 2012-2018. State Statistics Service of Ukraine
22. Passport of Odesa region (2-15 – 2021)
23. Gogolev I.N., Baer R.A., Kulibabin A.G. Irrigation in the Odessa region. Odessa, 1992. 434 p.
24. Kornenko S.V. Methodology of hydrogeological research. The main methods and types of hydrogeological research: education manual Kyiv : Publishing and printing center "Kyiv University", 2001. 69 p.
25. Kharchenko T.A., Timchenko V.M., Kovalchuk A.A. Hydroecology of the Ukrainian section of the Danube and adjacent reservoirs. Kyiv : Scientific opinion, 1993. 290 p.
26. Water management passport and operating rules of the Yalpug-Kugurlui reservoir. Odesa, 2005. 80 p.
27. Geological map of the USSR. Explanatory note. Black Sea Series, letter L-35-XX-IV, XXX. Ministry of Geology of the Ukrainian SSR, Trust "DNIPROGEOLOGY". Kyiv, 1973. 43 p.
28. Hydrogeological map of the USSR. Explanatory note. Black Sea Series, letter L-35-XX-IV, XXX. Ministry of Geology of the Ukrainian SSR, Trust "DNIPROGEOLOGY". Kyiv, 1973. 22 p.

29. Gogolev I.N., Baer R.A., Kulibabin A.G. Irrigation in the Odessa region. Odessa, 1992. 434 p.
30. Map of natural protection of underground waters of Ukraine (Odesa region). Ministry of Geology of the Ukrainian SSR, Trust "DNIPROGEOLOGY". Kyiv, 1973.
31. VND 33-1.1-17-2001. Instructions for the selection and preparation of water and soil samples for measurements in the laboratories of DERVODGOSPU of Ukraine. Publ. offic. Kyiv, 2001. p. 22
32. DSTU ISO 5667-11:2005. Water quality. Sampling. Part 11. Guidelines for sampling groundwater (ISO 5667-11:1993, IDT). [Effective from 2006-07-01]. Kyiv : STATE CONSUMER STANDARD. 2006.
33. DSTU ISO 5667-18:2007. Water quality. Sampling. Part 18. Guidelines for sampling groundwater from contaminated sites (ISO 5667-18:2001, IDT). [Effective from 2009-07-01]. Kyiv : STATE CONSUMER STANDARD. 2011.
34. Regional report on the state of the natural environment in Odesa region in 2014. Odesa Regional State Administration, Department of Ecology and Natural Resources, 2015. [Electronic resource] <https://dostup.pravda.com.ua/request/13964/response/22466/attach/4/attachment.pdf>.
35. Polishchuk V.V., Shega V.V. The historical biography of the Danube or the urgent problems of today in the light of the peculiarities of the great European river. Ukraine International Academy of Original Ideas. Kyiv, 1998. 680 p.
36. Lozovitsky P.S. Specific toxic substances in the water of the Danube River. / *Environmental sciences / Scientific and practical journal*. 2011. Red. No. 6. p. 21-34.
37. Aleksandrov B.G., Zaitsev Yu.P., Vorobyeva L.V. and etc. Coastal ecosystem of the Ukrainian Danube Delta. Odessa: Astroprint, 1998. 329 p.
38. Almazov A.M. Hydrochemistry of estuarine areas of rivers: North Black Sea region. Kyiv : Publishing House of the Academy of Sciences Ukr. USSR, 1962. 255 p.
39. Biodiversity of the Danube Biosphere Reserve, conservation and management // Ed. Yu.R. Shelyaga-Sosonka. Kyiv. Scientific opinion, 1999. 704 p.
40. Ecological assessment of the quality of surface waters of land and estuaries of Ukraine: Method. KND 211.1.4.010.94. Kyiv, 1994. 37 p.
41. Levashova E.A., Mihailov V.N., Mihailova M.V. Natural and anthropogenic changes in the runoff of water and sediments at the mouth of the Danube // *Water resources*. 2004. 31, № 3. P.261-272.
42. Lozovitsky P.S. Hydrochemical characteristics and irrigation assessment of water from the main sources of irrigation in the south of Ukraine // *Reclamation and water management*, Kyiv, 1997. Red. 84, P.71-83.

43. Lozovitskyi P.S., Molochko A.M., Bibik V.M., Lozovitskyi A.P., Molochko M.A. Ecological assessment of the quality of Danube waters // Journal of cartography. Red. 1. 2011. p. 135-148.
44. Lozovitsky P.S. Tropho-saprobiological indicators of the water of the river. Danube - Kiliya. // Reclamation and water management. 2013. Red. 100. p. 84-99.
45. Miroshnichenko O. P. Physico-chemical features of migration of heavy metals in surface waters and bottom sediments of the Ukrainian part of the river Danube. Man and environment. Problems of neoecology. No. 3-4, 2011. P.123-129.
46. Mikhailov V. N., Povalishnikova E. S. et. al. Long-term changes in water levels in the Kiliya arm of the Danube Delta, Water resources. 2001. 28, No. 2. p. 189-195
47. Mikhailov V. N. Sediment balance at the mouth of the Danube // Water resources. 2001. V. 28. No.2. P.202-207.
48. Water Resources Basin Management of the Black Sea and Lower Danube Rivers / State Water Resources Agency of Ukraine. [Electronic resource]: <https://oouvr.gov.ua>.
49. Romanenko V.D., Polishchuk V.V. et. al. Environmental problems of the Danube basin within Ukraine. Hydroecological Society of Ukraine. Kyiv, 1996. 360 p.
50. Snizhko S.I. Assessment and forecasting of the quality of natural waters: Textbook. Kyiv : Nika-Centre, 2001. 264 p.
51. Kharchenko T.A., Timchenko V.M., Kovalchuk A.A. and et. al. Hydroecology of the Ukrainian section of the Danube and adjacent reservoirs. Kyiv : Naukova dumka, 1993. 328 p.
52. Rengasani P. // Agr. Water Vonog, 1987, 12. 207.
53. Black Sea State Regional Geological Enterprise. [Electronic resource]: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/01432144/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/01432144/).

#### **Section 4**

1. Assessment of potential transboundary impacts on the environment of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta. Redaction 2. Appendix to the EIA as part of the work project "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta. Full development". Part 2. Appendices. – Kharkiv, UkrNDIEP, 2009. – 346 p.
2. Biodiversity survey results for the 2022 field season and assessment of dredging impacts on sites requiring special protection. Interim report, III stage // Kharkiv: UKRNDIEP, 2023. – 18 p.
3. A. Anastasov, I. Mekhanoshyn. Environmentalists have brought life back to an island in the Danube Delta. [Electronic resource] – Mode of access: <http://podrobnosti.ua/694817-ekologi-vernuli-zhizn-na-ostrov-v-delte-dunaja.html>

4. Report "Environmental assessment of project options (at the stage of feasibility study of investments) for the creation of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian section of the delta." / Institute of Hydrobiology. National Academy of Sciences of Ukraine. - Kyiv, 2002.

5. Report on the likely significant adverse transboundary impacts of the Danube - Black Sea navigation route at the border of Romania and the Ukraine /Espoo inquiry commission. -2006. 67 p.

6. The state and quality of the natural environment of the coastal zone of the North-Western Black Sea: monograph / edited by T.A. Safranova, A.V. Chugai. Kharkiv: IE Panov A.M., 2017. 298 p. ISBN 978-617-7541-14-0

7. Balatsky K. L., Voloshkevich A. N. The slope of juvenile sturgeon in the Ukrainian section of the river Danube//Modern problems of theoretical and practical ichthyology: theses IV International ichthyological scientific and practical conf. (Odesa, September 7–11, 2011). – Odesa: Phoenix, 2011. - P. 21-23.

8. Bushuev S. G., Chernikov G. B. Development and implementation of measures for the study and conservation of sturgeons of the Black Sea in Ukraine. - Modern fisheries and environmental problems of the Azov-Black Sea region: materials of the VII International Conference. – Kerch: Yugniro, 2012. - T. 1. – S. 59-64.

9. Bushuev S.G., Balatsky K.L. Preliminary results of a study of the spread in Ukrainian waters of tagged sturgeon fry released in the river. Danube. – Modern problems of theoretical and practical ichthyology: Materials of the 9th international ichthyological scientific and practical conference - Odesa: 2016. – S. 36-39.

10. Shekk P.V. Retrospective analysis and the current state of the ichthyofauna and fisheries of the Danube Delta // Vestnik ONU. – 2003. - T. 8, no. 11. – S. 55 – 85.

11. Reports on the research work Ichthyological monitoring in the conditions of restoration and operation of the DWNF Danube river-Black Sea for 2005-2018. - Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PIVDENNIRO) State Enterprise "Odesa Center PIVDENNIRO". - city of Odesa.

12. Bryantsev V. A. External prerequisites for long-term changes in the Black Sea ecosystem // Ribne State of Ukraine. – 2005. – No. 6 (17). – S. 22-24.

13. Shlyakhov V. A., Kriskevich L. V. - Status of the stock and fishery of the Danube population of anadromous herring *Alosa kessleri pontica* Eichawald Proceedings of YuGNIRO, 2009, Vol. 47. - P. 104-109.

14. Radu G. The state of main habitats important for Black Sea marine living resources. – Romanian second Fishery Report: UNDP/GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project Phase II. – 2006. – 29 p.

15. Bushuev S. G., Chernikova S. Yu. Status and prospects of commercial fishing in the Ukrainian Danube region. - Modern problems of ecology of the Azov-Black Sea region: Proceedings of the IV International Conference, October 8-9, 2008, Kerch, YugNIRO. — Kerch: YugNIRO Publishing House, 2008. – S. 149-154.
16. Hydrobiological studies of freshwater ecosystems of the Danube Delta in the zone of influence of the DWNF Danube river-Black Sea / Report on the contractual topic No. 15/2004 of November 29, 2004. - IHB NAS of Ukraine, 2004.
17. Nedwell, S. and Elliot, M. (1998). Intertidal mudflats and sandbanks and subtidal mobile sandbanks. Institute of estuarine and Coastal Studies, University of Hull. Newell, R.C; Seiderer, L. J. and Hitshsok, D.R. (1998). The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and marine Biology: an Annual Review* 1998, 36,127-178.
18. Opinion of the Inquiry Commission on the "Bystre Canal" project. Key findings. - United Nations, Economic Commission for Europe. – Geneva. – 10 July, 2006. – 8 p.
19. Hydroecology of the Ukrainian section of the Danube and adjacent water bodies / T. A. Kharchenko, M. V. Tymchenko, A. A. Kovalchuk and others. – K.: Naukova dumka, 1993. – 328 p.
20. Hydrobiological studies of freshwater ecosystems of the Danube Delta in the zone of influence of the DWNF Danube river-Black Sea / Report on the contractual topic No. 15/2004 of November 29, 2004. - IHB NAS of Ukraine, 2004.
21. Monitoring of the plant and animal communities of the coastline and floes of the Danube Biosphere Reserve during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (report for the III stage (summarizing data obtained during the implementation of the Program of Integrated Ecological Monitoring during the operation of the DWNF Danube river-Black Sea in 2017). – Vylkove, 2018. – 73 p.
22. Chronicle of nature. Book 24. – Danube Biosphere Reserve. Vylkove – 2005. – 2004 – 46 p.
23. Report on a research topic: "Monitoring of the plant and animal communities of the shoreline and floes of the Danube Biosphere Reserve during the restoration and operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea." – Vylkove, 2008. – 120 p.
24. The final report on the research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2014. The area of the Sea approach channel". T.1 / NSU UKRNDIEP. - Kharkiv, 2014. – 307 p.
25. Report on the research work "Cross-border environmental monitoring of the Ukrainian part of the Danube Delta and the development of a geo-information system within it (intermediate) //Kharkiv: UKRNDIEP, 2020. – 370 p.

26. Shiganova T. A. 2006. The Black Sea as recipient and donor areas for marine and brackish water species. *Black Sea Ecosystem in 2005 and Beyond*. Istanbul. P. 87-90.
27. Y.V. Movchan The first record of firebrand (rotan) - *Percottus glehnii* Dybowski (Pisces, Eleotridae) in water bodies of Ukraine // *Vestn. zoology*. — 1989. — No. 5. - P. 87.
28. Summarized final report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2015. The area of the Sea approach channel with the development of the project "Execution of operational dredging" T. 1 / NSU UKRNDIEP. - Kharkiv, 2016. - 266 p.
29. Summarized final report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2016-2017. Area of the Sea approach channel" T. 1 / NSU UKRNDIEP. - Kharkiv, 2017.
30. Summarized final report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2017-2018. The area of the Sea approach channel". – Kharkiv, UkrNDIEP, 2018. - 278 p.
31. Voloshkevich O.V., Voloshkevich O.M. Invasive macrozoobenthos species of the water area of the Danube Biosphere Reserve// *Ecology of wetlands and peatlands*. - Kyiv 2013. p. 30–34.
32. Law of Ukraine "On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the Period Until 2030" dated February 28, 2019 No. 2697-VIII. [Electronic resource]. - Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#n8>
33. An annotated report on the results of the implementation of the Program of integrated ecological monitoring of the environment during the restoration and operation of the DWNF Danube - Black Sea in 2007. // Kharkiv: UKRNDIEP, 2008.
34. Report on the research work "Cross-border ecological monitoring of the Ukrainian part of the Danube Delta and the development of a geo-information system within it" (intermediate) // //Kharkiv: UKRNDIEP, 2018. – 222 p.
35. Report on the research work "Cross-border ecological monitoring of the Ukrainian part of the Danube Delta and the development of a geo-information system within it" (intermediate) // //Kharkiv: UKRNDIEP, 2019. – 168 p.
36. Consolidated report (short version) Comprehensive environmental monitoring of the natural environment during the resumption of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2004 - Contract No. 4.1-390 of 26.10.2004. - Kharkiv: UkrNDIEP, 2005. – 161 p.
37. Annotated report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2017-2018. The area of the Sea approach channel". UKRNDIEP. - Kharkiv, 2018. – 40 p.

38. Summarized final report on the scientific work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2018-2019. Area of the Sea approach channel" // Kharkiv: UkrNDIEP, 2019.

39. The final report on the research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in 2014. The area of the Sea approach channel". T.1 / NSU UKRNDIEP. - Kharkiv, 2014. – 307 p.

40. Report on the SRW "Analysis of the impact on the environment of the delta of the river Danube, resulting from the already implemented works related to the project "Arrangement of a deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta" (1st stage and for full development) with the development of compensatory measures and measures to mitigate the probable impact based on the materials of comprehensive environmental monitoring of 2004-2017 and the results of on-site control observations (at least in the cross-border context) » // Kharkiv: UKRNDIEP, 2019.

41. Assessment of potential transboundary impacts on the environment of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in the Ukrainian part of the delta. Redaction 2. Appendix to the EIA as part of the work project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta. Full development". Part 1. – Kharkiv, UkrNDIEP, 2009. – 248 p.

42. Vasenko O.G., Ievleva O.Yu., Karlyuk A.A., Bozhko T.V., Sviridov Yu.V. The impact on the environment of the construction of the enclosing dam of the sea access channel of the DWNF Danube river - Black Sea // Ecological safety: problems and solutions: coll. of science of articles of the XV International Scientific and Practical Conference (M. Kharkiv, September 9-13, 2019) / UKRNDIEP. - PP "Style-Izdat", 2019. – S. 68-71.

43. Vasenko O.G., Brook V.V., Karlyuk A.A., Sviridov Yu.V. Prediction of water quality in the Danube and Siverskyi Donets rivers using geoinformation technologies // *World science*. 11(51), Vol.1. November 2019. – C. 45-49. doi: 10.31435/rsglobal\_ws/30112019/6766

44. Vasenko O. G., Vernychenko-Tsvetkov D. Yu., Kolesnik A. M., Lungu M. L., Milanich G. Yu., Melnikov A. Yu., Klochko T. O. The results of comprehensive environmental monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2017 // Ecological safety: problems and solutions: Coll. of science Art. XIV International Scientific and Practical Conference (M. Kharkiv, September 10–14, 2018) / UKRNDIEP. - H.: Ryder, 2018. – S. 87-91.

45. Summarized final report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water shipping navigation fairway Danube



river-Black Sea in 2015. The area of the Sea approach channel with the development of the project "Execution of operational dredging" T. 1 / NSU UKRNDIEP. - Kharkiv, 2016. - 266 p.

46. Summarized final report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2016-2017. Area of the Sea approach channel" T. 1 / NSU UKRNDIEP. - Kharkiv, 2017.

47. Summarized final report on the scientific research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2017-2018. The area of the Sea approach channel". – Kharkiv, UkrNDIEP, 2018. - 278 p.

48. Lotion of the Danube River. From the delta of Kiliyasky estuary to the mouth of the river Prut /SU Derzhhydrografiyakyiv. Kyiv., 2006, 220 p.

49. Addendum to the BUVR Letter of the Black Sea and Lower Danube Rivers No. 08-17/01-162 dated February 18, 2022.

50. Letter No. 156/04/03/02-08/2-22/53 dated 08.02.2022 of the Department of Life Support Systems and Energy Efficiency of the Odesa Regional State Administration.

51. National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine in 2020 / Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine, Kyiv, 2021, 211 p.

52. Letter of the VP "Black Sea Coast Guard" dated January 25, 2022 No. 50/01-07.

53. Letter of the BUVR of the Black Sea and Lower Danube rivers dated 05.03.2020, No. 08-23/01-251.

54. Odesa regional comprehensive environmental protection program for 2020-2021, which was approved by the decision of the Odesa regional council dated 12.20.2019 No. 1165-VII (with amendments).

55. Increasing the effectiveness of the functioning of rice irrigation systems in Ukraine: scientific and methodical recommendations / according to general ed. Stashuka V.A., Vozhegova R.A., Dudchenko V.V., Rokochinsky A.M., Morozova V.V. Red. 2nd revised and amended – Kyiv – Kherson – Rivne: NUVHP, 2020. – 204 p.

56. Rice producers in Odesa region <https://tripoli.land/farmers/proizvoditeli-zerna/odesskaya/proizvoditeli-risa>.

57. Letter of the Kiliya Interdistrict Water Management Department of the Black Sea and Lower Danube Rivers dated February 15, 2022 No. 07/05-84

58. Overview of the state of environmental pollution on the territory of Ukraine for the first half of 2021 (according to the observation network of the National Hydrometeorological Service of Ukraine) / State Emergency Service of Ukraine CENTRAL GEOPHYSICAL OBSERVATORY

named after Borys Sreznevsky, Kyiv, 2021 <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad-stanu-zabrudnennya-za--pivrichchya-2021-sayt.pdf>.

59. Letter of the BUVR of the Black Sea and Lower Danube rivers dated February 18, 2022, No. 08-17/01-162.

60. Ecological passport of Odesa region, 2021 Section 6. Water resources / Approved by the Head of Odesa Regional State Administration S.R. Hrynievetskyi

61. Water Resources Basin Management of the Black Sea and Lower Danube Rivers / State Water Resources Agency of Ukraine. [Electronic resource]: <https://oouvr.gov.ua>.

62. Miroschnichenko O. P. Physico-chemical features of migration of heavy metals in surface waters and bottom sediments of the Ukrainian part of the river Danube. Man and environment. Problems of neoecology. No. 3-4, 2011. P.123-129.

63. Moore J. Heavy metals in natural waters: Control and impact assessment / J. Moore, S. Ramamurthy; [Trans. from eng.]. Moscow: Peace, 1987. 288 p.

64. Lozovitsky P.S. Specific toxic substances in the water of the Danube River. / *Environmental sciences* / Scientific and practical journal. 2011. Red. No. 6. p. 21-34.

65. Lozovitsky P.S. Hydrochemical characteristics and irrigation assessment of water from the main sources of irrigation in the south of Ukraine // Reclamation and water management, Kyiv, 1997. Red. 84, P.71-83.

66. Lozovitskyi P.S., Molochko A.M., Bibik V.M., Lozovitskyi A.P., Molochko M.A. Ecological assessment of the quality of Danube waters // Journal of cartography. Red. 1. 2011. p. 135-148.

67. Lozovitsky P.S. Tropho-saprobological indicators of the water of the river. Danube - Kiliya. // Reclamation and water management. 2013. Red. 100. p. 84-99.

68. Romanenko V.D., Polishchuk V.V. et. al. Environmental problems of the Danube basin within Ukraine. Hydroecological Society of Ukraine. Kyiv, 1996. 360 p.

69. Kharchenko T.A., Timchenko V.M., Kovalchuk A.A. and et. al. Hydroecology of the Ukrainian section of the Danube and adjacent reservoirs. Kyiv : Naukova dumka, 1993. 328 p.

70. Rengasani P. // Agr. Water Vonog, 1987, 12. 207.

71. Hydrogeological map of the USSR. Explanatory note. Black Sea Series, letter L-35-XX-IV, XXX. Ministry of Geology of the Ukrainian SSR, Trust "DNIPROGEOLOGY". Kyiv, 1973. 22 p.

72. Map of natural protection of underground waters of Ukraine (Odesa region). Ministry of Geology of the Ukrainian SSR, Trust "DNIPROGEOLOGY". Kyiv, 1973.

73. VND 33-1.1-17-2001. Instructions for the selection and preparation of water and soil samples for measurements in the laboratories of DERVODGOSPU of Ukraine. Publ. offic. Kyiv, 2001. 22 p.

74. DSTU ISO 5667-11:2005. Water quality. Sampling. Part 11. Guidelines for sampling groundwater (ISO 5667-11:1993, IDT). [Effective from 2006-07-01]. Kyiv : STATE CONSUMER STANDARD. 2006.

75. DSTU ISO 5667-18:2007. Water quality. Sampling. Part 18. Guidelines for sampling groundwater from contaminated sites (ISO 5667-18:2001, IDT). [Effective from 2009-07-01]. Kyiv : STATE CONSUMER STANDARD. 2011.

76. "Cities and districts of Odesa region for 2011". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2012

77. "Cities and districts of Odesa region for 2012". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2013

78. "Cities and districts of Odesa region for 2013". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2014

79. "Cities and districts of Odesa region for 2014". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2015

80. "Cities and districts of Odesa region for 2015". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2015

81. "Cities and districts of Odesa region for 2016". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2016

82. "Cities and districts of Odesa region for 2017". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2017

83. "Cities and districts of Odesa region for 2018". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2018

84. "Cities and districts of Odesa region for 2019". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2020

85. "Cities and districts of Odesa region for 2020". Main Department of Statistics in Odesa Region, 2021

86. Website of the Ministry of Infrastructure of Ukraine. URL: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniy-transport-ukraini.html?PrintVersion>

87. Annotated summary report on the research work "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2021-2023. The area of the Sea approach channel". IV stage. - Kharkiv, UKRNDIEP, 2022.

88. The annotated summary final report "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2017-2018. District of the Sea approach channel" //Kharkiv: UKRNDIEP, 2018.

## Section 5

1. Saati T. Analytical planning. Organization of systems / T. Saathi, K. Kearns / Per. from English. R. G. Vachnadze. – M.: Radio and communications, 1991. - 224 p.

2. Saati T. Making decisions. Method of analysis of hierarchies / Per. from English. R. G. Vachnadze. - M.: Radio and communication, 1993.- 320 p.

3. Guide to the development of environmental impact assessment materials (to DBN A.2.2-1-2003). / "UkrNDIINTV" Institute. – Kh., 2005. – 332 p.

4. Anishchenko L.Ya. Comprehensive assessment of the effects of the creation of deep-sea shipping channel in the multi-arm delta // Environmental ecology and life safety. – 2006. - No. 1. – S. 29-34.

5. Anishchenko L.Ya. Transboundary aspects in assessing the environmental impact of hydrotechnical construction in the Danube Delta. / L.Ya. Anishchenko, B.S. Sverdlov // Problems of environmental protection and ecological safety: Coll. of science works / UkrNDIEP. - Kh.: Ryder, 2006. – S. 189-200.

6. Larry W. Canter. Environmental impact assessment / Mc Craw-Hill series in water resources and environmental engineering (2nd ed.). – New York, Singapore: Mc Craw-Hill Inc., 1996. – 660 p.

7. Current Policies, Strategies and Aspects of Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context //Environmental Series. – New York, Geneva: UN/ECE, 1996. – N6. - 74 p.

8. Environmental impact assessment (EIA) Feasibility study for investments in the construction of a deep water passage in the Ukrainian part of the river Danube: Research report / Institute of Biology of the Southern Seas, Odessa branch. - Odessa, 2001.

9. Hydrology of the Danube Delta / Ed. V.N. Mikhailova.- M.: GEOS, 2004.- 448 p.

10. Revival of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in the Ukrainian part of delta of the river Danube: Analytical materials / SE "Delta-Lotsman" Min. of transport and communication of Ukraine. - Mykolaiv, 2007. - 69 p.

11. Environmental impact assessment (EIA) of options for the Danube river-Black Sea navigation route: along the sluice channel of the Solomon branch - Zhebriyanskaya bay and along the Bystre branch: Research report (final) UkrNIIEP. – No. 1.3-681. – Kh., 2002. – 145 p.

12. Environmental impact assessment (EIA) as part of the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in the Ukrainian section of the delta. Stage 1": Research report (final) / UkrNIIEP. – No. 1.3-19.- Kh., 2003.- 169 p.
13. Environmental impact assessment (EIA) as part of the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in the Ukrainian section of the delta. Full development": Research report (final) / UkrNIIEP. - No. 1.3-19. - Kh., 2004. - 252 p.
14. Shuisky Yu.D. Dynamics of the sea region of the Kiliya delta of the Danube // Hydrology of river mouths: Proceedings of GOIN / Moscow branch of Hydromet.- M., 1984.- Issue. 172.- P. 50-58.
15. Mikhailov V.N. River deltas. Hydrological and morphological processes / V.N. Mikhailov, M.M. Rogov, A.A. Chistyakov.- L.: Gidrometeoizdat, 1986.- 280 p.
16. Anishchenko L.Ya. The choice of an environmentally safe variant of the shipping channel based on a multi-criteria integrated assessment of impacts using expert-analytical procedures / L.Ya. Anishchenko, B.S. Sverdlov, L.A. Pysnia // Problems of environmental protection and environmental safety: Coll. of science works / UkrNDIEP.-Kh.: Ryder, 2009.- P. 38-60.
17. Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. Espoo, Finland, 25 April 1991 – New York, Geneva: UN/EEC, 1994. – 49 p.
18. Convention for the Protection of Wild Flora and Fauna and Natural Habitats in Europe, 1979 Access mode: <http://www.nature.coe.int/english/cadres/bern.htm> / Law on the Accession of Ukraine dated October 29, 1996, No. 436/96-BP. VVR, 1996. No. 50. p. 278.
19. Convention on Biological Diversity, 1992 / Access mode: <http://www.un.org/russian/documen/convents/biodiv.htm> / Law on Accession of Ukraine dated November 29, 1994, No. 257/94-BP. - VVR, 1994. No. 49. S.433.
20. Convention on Wetlands of International Importance, Principally as Habitat for Waterfowl, 1971 / Access mode: <http://www.un.org/russian/law/environmental/waterfowl.pdf> / Law on Accession of Ukraine dated October 29, 1996, No. 437/96-BP.– VVR, 1994. No. 50. P.279.
21. Cherkinskyi S.N. Sanitary conditions for the discharge of wastewater into water bodies. - M.: Stroiizdat, 1977. – 224 p.
22. Rodziller I.D. Forecast of water quality in wastewater reservoirs. - M.: Stroiizdat, 1984. – 262 p.
23. Curly V.P. Ecology. – Lviv: World, 2000. – 500 p.
24. Solukha B.V. Assessment of the impact of construction projects on the environment according to DBN A.2.2-1-95. – K.: Knowledge of Ukraine, 2000. – 112 p.

25. Methodological bases for assessing and regulating the anthropogenic impact on the quality of surface waters / Ed. A.V. Karausheva. - L.: Hydrometeoizdat, 1987. – 286 p.
26. Anishchenko L.Ya. Methodology of complex assessment of hydrotechnical construction impacts on the environment // Environmental ecology and life safety. – 2005. - No. 6. – С 35-38.
27. Anishchenko L.Ya. Environmental safety management of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea during operation under the conditions of cumulative impact on biological objects / L.Ya. Anishchenko, B.S. Sverdlov, L.A. Pisnia // Environmental ecology and life safety.- 2009.- No. 1.- P. 67-76.
28. Reference book on protection against noise and vibration of residential and public buildings / V.I. Zaborov, M.M. Mogilevsky, V.N. Miakshin and et. al. / Under red. V.I. Zaborova. - K.: Budivelnyk, 1989. - 160 p.
29. OND-86 04-41259-4. Methodology for calculating the concentrations in the atmospheric air of harmful substances contained in the emissions of enterprises.- L. : Gidrometeoizdat, 1987.- 92 p.
30. Methodology for calculating emissions of pollutants from mobile sources. - K. : Derzhkomstat and Ministry of Security of Ukraine, 2000. - 107 p.
31. Manual for the development of the project section "Environmental Protection" to SNiP 1.02.01-85.- M. : Gosstroy USSR, 1989.- 187 p.
32. Anishchenko L.Ya. Territorial planning of measures to preserve the protected mode of movement of vessels in the deep-water course of the Danube Delta / L.Ya. Anishchenko, B.V. Solukha, B.S. Sverdlov // Urban planning and territorial planning: Scientific and technical collection. - K.: KNUBA, 2007. - Issue No. 28.- P.4-12.
33. DBN 360-92. Urban planning. Planning and construction of urban and rural settlements. - K.: Ministry of Architecture, 1993. - 64 p.
34. Novak S.I. Noise and vibration protection in construction [Handbook] / S.I. Novak, A.S. Logovinec.- K.: Budivelnyk, 1990. - 184 p.
35. GOST 20 444-85. Noise. Traffic flows in settlements. Method for determining the noise characteristic. - M. : Stroiizdat, 1986.- 20 p.
36. SnyP II-12-77. Noise protection.- M.: Stroiizdat, 1978.- 49 p.

## Section 6

1. Gorban I. Organization of ornithological monitoring of bird populations in Ukraine // Information materials of the Western branch of Ukraine. ornithol t-va – Red. 9. - "Zelichok". Drohobych, 1998. – S. 22–26.

2. Zhyla S. A brief review of beaver population accounting methods and the selection of the most effective of them for the conditions of Ukraine // *Novitates Theriologicae*. – 2017. V. 10. – S. 84–94.
3. Zagorodnyuk I. V. Amphibians and reptiles of Ukraine under the protection of the Berne Convention. - Kyiv, 1999. – 108 p.
4. IBA program. Bird records: approaches, methods, results. – Lviv-Kyiv, 1997. – S. 55-57.
5. Methods of hydroecological research of surface waters / edited by Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine V.D. Romanenko - Kyiv, 2006. – S. 157-194.
6. National catalog of biotopes of Ukraine. Under red. A.A. Kuzemko, Ya.P. Didukh, V.A. Onyshchenko, Ya. Sheffer. – K.: IE Klymenko Yu.Ya., 2018. – 442 p.
7. Pysanets E. Amphibians of Ukraine (a guide to identifying amphibians of Ukraine and neighboring countries). - Kyiv: Raevsky Publishing House, 2007. – 197 p.
8. Potapov O. Richyshche r. Danube // Mykytyuk O. IBA territories of Ukraine, important for the preservation of species diversity and quantitative wealth of birds. – K.: SoftArt, 1999. – S. 2002-203.
9. Potapov O., Zhmud M. Lakes Kugurluy and Kartal // Mykytyuk O. IBA territories of Ukraine, important for the preservation of species diversity and quantitative wealth of birds. – K.: SoftArt, 1999. – S. 196–197.
10. Potapov O., Zhmud M. Lake Kagul // Mykytyuk O. IBA territories of Ukraine, important for the preservation of species diversity and quantitative wealth of birds. – K.: SoftArt, 1999. – S. 190–191.
11. Stetsenko M.P., Kostyushin V.A. Kiliyaske estuary // *Wetlands of Ukraine. Handbook* / Ed. Marushevsky G.B., I.S. Zharuk – K.: Black Sea Program of Wetlands International, 2006. – S. 19-25.
12. Stetsenko M.P., Kostyushin V.A. Lake Kartal // *Wetlands of Ukraine. Handbook* / Ed. Marushevsky G.B., I.S. Zharuk – K.: Black Sea Program of Wetlands International, 2006. – S. 16-19.
13. Stetsenko M.P., Kostyushin V.A. Lake Kugurlui // *Wetlands of Ukraine. Handbook* / Ed. Marushevsky G.B., I.S. Zharuk – K.: Black Sea Program of Wetlands International, 2006. – S. 13-16.
14. Interpretive manual of settlements of Resolution No. 4 of the Berne Convention, which are under threat and require special protection measures. The first version of the adapted unofficial translation from English (the third draft of the official version in 2015) / A. Kuzemko, S. Sadogurska, O. Vasylyuk - Kyiv, 2017. – 124 p.

15. Red Book of Ukraine. Plant world / edited by I. P. Didukha. - Kyiv: Globalconsulting, 2009. – 900 p.
16. Red Book of Ukraine. Animal world / edited by I. A. Akimova — K.: Globalconsulting, 2009. — 600 p.
17. Kagul lake UA080. – <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kagul-lake-iba-ukraine>
18. Kartal lake. – <https://rsis.ramsar.org/ris/761>
19. Kugurluj and Kartal lakes UA081. – <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kagul-lake-iba-ukraine>
20. Kugurluj lake. – <https://rsis.ramsar.org/ris/760>
21. Kyliiske Mouth. – <https://rsis.ramsar.org/ris/113>
22. Ramsar Sites Info Service [Electronic resource]. - Access mode: <https://rsis.ramsar.org/>
23. River Danube UA082. – <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kagul-lake-iba-ukraine>
24. UA0000018 Danube Biosphere Reserve  
<https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000018>
25. UA0000142 Systema Dunaiskykh Ozer  
<https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000142>
26. UA0000182 Izmailski Ostrovy  
<https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000182>
27. Identification of territories suitable for declaration as objects of the nature reserve fund / Oleksiy Vasylyuk, Anastasia Drapalyuk, Hryhoriy Parchuk, Daria Shiryaeva. In general edited by Olena Kravchenko — Lviv, 2015, 80 p.
28. International Maritime Organisation (IMO), (2008): MEPC 58/INF.2 - Formal Safety Assessment, Crude Oil Tankers
29. Methods of ecological assessment of surface water quality by appropriate categories / V. D. Romanenko, V. M. Zhukynskiy, O. P. Oksiyuk [and others]. – K.: Symbol-T, 1998. – 28 p.
30. Topographic electronic map of Ukraine with thematic information of the Ministry of Emergency Situations scale 1: 500,000. Version 3.0. Interdepartmental center of electronic mapping. Kharkiv, 1998
31. Recommendation on methods for marine biological studies in the Baltic Sea . Phytoplankton and chlorophyll /Ed. L. Edler, 1979, BMB,5.



32. Methodology of ecological assessment of the quality of surface water according to the relevant categories / Romanenko V.D., Zhukinsky V.M., Oksiyuk O.P. and others...-K.: Symbol-T, 1998.-28s.
33. EU Water Framework Directive 2000/60/EC "On establishing a framework for Community action in the field of water policy" (concerning transitional and coastal waters). EU Water Framework Directive 2000/60/EC. - Kyiv, 2006. – 240 p.
34. Methodological foundations of hydrobiological research of aquatic ecosystems. - Kyiv, 2002. -52 p.
35. Methods of selection and processing of phytoplankton samples // Botany with the basics of hydrobotany (aquatic plants of Ukraine). – B.E. Yakubenko - 2011.
- 36.
37. Asaul Z. I. Determinant of euglenaceous algae of the Ukrainian SSR. - Kyiv, Naukova dumka, 1975. – 408 p.
38. Determinant of freshwater algae. - Kyiv: Science opinion, 1938-1993. – Red. I-XII.
39. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. - Vol. 1-4 (2006; 2009; 2011; 2014).
40. AlgaeBase Internet resource [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.algaebase.org/>
41. Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories / V.D. Romanenko, V.M. Zhukinsky, O.P., Oksiyuk, and others. – K.: SYMBOL-T, 1998. – 28 p.
42. Methods of hydroecological research of surface waters. - Kyiv: Logos, 2006. - 408 p.
43. Polishchuk V. V. Hydrofauna of the lower Danube within Ukraine. - Kyiv: Scientific opinion, 1974. – 337c.
44. Biodiversity of the Danube Biosphere Reserve, conservation and management / Ed. Yu. R. Shelyag-Sosonko. – K.: Scientific opinion, 1999. – 703c.
45. Stadnychenko A.P. Perlivnitsev. Kulkovy Fauna of Ukraine. - T. 29. - Red. 9. - Kyiv: 1984. - 384 p.
46. Methods of collecting and processing ichthyological and hydrobiological materials for the purpose of determining the limits of industrial extraction of fish from large reservoirs and estuaries of Ukraine. - K.: IRH of the Ukrainian Academy of Sciences, 1998. – 47 p.
47. Biodiversity of the Danube Biosphere Reserve, conservation and management / Gol. ed. academician of the National Academy of Sciences of Ukraine Shelyag-Sosonko Yu. R - K. : Naukova dumka, 1999. — 704 p.

48. KND 211.1.1.106-2003. Organization and monitoring of surface water pollution (in the system of the Ministry of Natural Resources) [Text]. - Kyiv: Ministry of Natural Resources of Ukraine, 2003. — 64 p.
49. Demchenko R.I., Zheleznyak M.I., Kolomiets P.S., Khomitsky V.V. Hydrodynamics of the coastal zone of the Black Sea near the mouth of the Bystre arm of Kiliya Delta of the river Danube: 1. Transformation of waves on bottom inhomogeneities and currents // *Applied Fluid Mechanics*, vol. 8 (80), No. 4, 2006, pp. 15-25.
50. Demchenko R.I., Zheleznyak M.I., Kivva S.L. Kolomiets P.S.// Numerical model of waves, currents and reshaping of the shores of the coastal zone of the sea // Proceedings of the conference "Modelling - 2006", Kyiv, p. 197 – 201.
51. Kivva S.L., Zheleznyak M.I. Two-dimensional modelling of runoff and sediment transport from small watersheds // *Applied Fluid Mechanics*.- 2002.- 4(76).- Issue..1.- P.67-89.
52. Zheleznyak, M., Kivva, S., Pylypenko, O. and Sorokin, M., 2022. Modeling of Behavior of Fukushima-Derived Radionuclides in Freshwater Systems. In the book: Behavior of Radionuclides in the Environment III: Fukushima (pp. 199-252). Springer.
53. Krauss, N. C., and Larson, M. (1991). "NMLONG: Numerical model for simulating the alongshore current, report 1, model development and tests," Technical Report DRP-91-1, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
54. Nishimura, H. Computation of nearshore current, Nearshore dynamics and coastal processes. K. Horikawa, ed., University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, 1988, 271-291.
55. Liu P., Yoon S., Dalrymple R. // Wave reflection from energy dissipation region // *J. Waterway, Port Coastal and Ocean Engineering*. – 1986. -112. -N 6. – P. 632-644.
56. Liu P. // Wave-current interactions on a slowly varying topography. – *J. Geophysical Research*. – 1983. – 88. - NC7. – P. 4421 – 4426.
57. Phillips O.M. The dynamics of the upper ocean // Cambridge University Press. – London. – England. - 1966. – P. 421
58. Longuet-Higgins M.S., Stewart R.W. // The changes in amplitude of short gravity waves on steady non-uniform currents. - *J. Fluid Mech.* -1961. – 10. - N3. –P. 520-540.
59. Buttolph, A. M., Reed, C. W., Kraus, N. C., Ono, N., Larson, M., Camenen, B., Hanson, H., Wamsley, T., and Zundel, A. K. Two-Dimensional Depth-Averaged Circulation Model CMS-M2D: Version 3.0, Report 2, Sediment Transport and Morphology Change - Technical Report ERDC/CHL-TR-06-7, -2006, - US Army Engineer Research and Development Center, , Vicksburg, Mississippi, -149 p.
60. Militello, A., Reed, C. W., Zundel, A. K., and Kraus, N. C. "Two-dimensional depth-averaged circulation model M2D: Version 2.0, Report 1:Documentation and user's guide,"

ERDC/CHL TR-04-02, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 2004

61. Copeland G.J. Practical radiation stress calculations connected with equations of wave propagation // *J. of Coastal Engineering*. -1985. - 9, P. - 195-219.
62. Copeland G.J. A Practical Alternative to the Mild-Slope Wave Equation // *J.Coastal Eng.* - 1985. - 9. - P. 125-149.
63. Mike-21 CAMS, Coastal Area Morphological Shell, Users Guide, DHI Water & Environment, Hørsholm, Denmark , 2003, - 96 pp.
64. M.van der Perk, V.G. Jetten, D. Karssenberg, Assessment of spatial redistribution of Chernobyl-derived radiocaesium within catchments using GIS-embedded models, 2000
65. Zia A., Banihashemi M.A. Simple efficient algorithm (SEA) for shallow water flows with shock wave on dry and irregular beds // *Int. Journal for Numerical Methods in Fluids*. – 2007.
66. Begnudelli L., Sanders B.F. Unstructured Grid Finite-Volume Algorithm for Shallow-Water Flow and Scalar Transport with Wetting and Drying // *Journal of Hydraulic Engineering*. – 2006. – Vol. 132, No. 4. – pp.371-384.
67. Toro E.F. Shock Capturing Methods for Free Surface Shallow Flows, Wiley: Chichester. - 2001.
68. Mohamadian A., Le Roux D.Y., Tajrishi M., Mazaheri K. (2010). A mass conservative scheme for simulating shallow flows over variable topographies using unstructured grid // *Advances in Water Resources*. – 2005. – 28. – pp. 523–539.
69. Fujihara M., Borthwick A. G. L. Godunov-type solution of curvilinear shallow-water equations // *Journal of Hydraulic Engineering*. – November, 2000. – Vol. 126, No. 11. – pp. 827-836.
70. Valiani A., Caleffi V., Zanni A. Case Study: Malpasset Dam-Break Simulation using a Two-Dimensional Finite Volume Method // *Journal of Hydraulic Engineering*. – May, 2002. – Vol. 128, No. 5. – pp. 460-472.
71. Fenical S., Colomiets P. Testing of the unstructured shallow water model COASTOX\_UN for San Francisco Bay, Coastal Harbor Engineering, Inc, Internal Report, 2008, - 28 p.
72. Gessler D., Hall, B., Spasojevic M., Holly F., Pourtaheri H., Raphelt N. (1999) Application of 3D mobile bed, hydrodynamic model, *J. Hyd. Engr*, 125, c737-749.
73. Krestenitis Y. N. , Kombiadou K. D. , SavvidisY. G., Modelling the cohesive sediment transport in the marine environment: the case of Thermaikos Gulf.*Ocean Sci*, 2007. –3, P. 91-104.

74. Lane A Development of a Lagrangian sediment model to reproduce the bathymetric evolution of the Mersey Estuary, *Ocean Dynamics*, 55, 2005, 541-548
75. Lesser G.R., Roelvink J.A., van Kester J.A.T.M., Stelling G. Development and validation of a three-dimensional morphological model, *Coastal Eng*, 51, 2004, 883-915.
76. Fohrmann, H., Backhaus, J. O., Blaume, F., Rumohr, J. Sediments in bottom arrested gravity plumes-numerical case studies *J. Phys. Oceanogr*, 28, 1998, 2250-2274.
77. Huppert H.E. Gravity currents: a personal perspective *J. Fluid Mech*, 554, 2006, c. 299-322.
78. Brovchenko I.A, Maderich V.S. Three-dimensional Lagrangian model of transport of multi-fraction sediments and its application to the description of gravitational currents. "Applied Hydromechanics", Vol. 10(82), 2008, No. 1.
79. Van Ledden M A process based sand-mud model., Fine sediment dynamics in the marine environment. J.C. Winterwerp and C. Kranenburgeds, Elsevier, 2002 P. 577-594.
80. Van Ledden M Sand-mud segregation in estuaries and tidal basins, PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2003, 221 pp.
81. Wilson J.D., Sawford B.L. Review of Lagrangian stochastic models for trajectories in the turbulent atmosphere *Bound.-Layer Meteor*, 1996, P.191-210
82. Van Rijn L.C. Sediment transport, Part I: Bed load transport , *J. Hyd. Engr*, 110, 1984, 1431-1455.
83. Van Rijn, L. C., Sediment transport, Part II: Suspended load transport. *J. Hyd. Engrg.*, 110, 1984, 1613-1641.
84. Mellor G.L. User's guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Program in Atmospheric and Oceanic Sciences, Princeton NJ, Princeton University, 2003, P. 53
85. Zhang, Y.-L. and Baptista, A.M. SELFE: A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation, *Ocean Modelling*, 21(3-4), 2008, 71-96

## Section 7

1. The action plan of the European Strategy for the Development of the Danube Region: analysis and perspective of implementation in Ukraine. - Lviv: "Manuscript", 2012 - 120 p.
2. Resolution of the CMU "State Program for the Development of Cross-Border Cooperation for 2021 - 2027" No. 408 dated April 14. - Kyiv: 2021.
3. Slynko Yu. V., Korneva L.G., Rivier I.K., Papchenkov V.G., Scherbina G.H., Orlova M.I., Therriault T.W. The Caspian-Volga Baltic Invasion Corridor // In: *Invasive Aquatic Species*

of Europe. Eds. E. Leppäkoski et al. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 2002. P. 399–411.

4. Dgebuadze Yu.Yu. The Selenga river as invasion pathway for alien species // In: Science for Watershed Conservation: Multidisciplinary approaches for Natural Resource Management. Intern.conf.abstrfcts. Ulan-Ude (Russia)-Ulan-Bator (Mongolia), Sept. 1–8, 2004 Vol. 1. 2004. P. 13–14.

5. Gorlacheva E.P., Afonin A.V. Fish population of the Argun river basin under anthropogenic impact // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2015. – No. 10-2. – S. 273-281.

6. OSCE/UNECE project: Cross-border cooperation and sustainable management of the Dniester river basin. Cross-border diagnostic study of the Dniester river basin. - November 2005. – 91c.

7. Bushuev S., Hoch I., Demchenko V. et. al. Modern aspects of the study and protection of sturgeons of Ukraine - Kyiv: WWF-Ukraine, 2020. - 72 p.

8. Agreement on fishing in the waters of the Danube between the Governments of the Union of Soviet Socialist Republics, the People's Republic of Bulgaria, the Romanian People's Republic and the Federal People's Republic of Yugoslavia (Bucharest, January 29, 1958).

9. Second Assessment of Transboundary Rivers, Lakes and Groundwaters. European Economic Commission. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. - United Nations Organization. - New York and Geneva: 2011. – 433c.

10. Convention for the Protection of the Black Sea from Pollution (Bucharest, 21.04.1992): [Electronic resource]. - Access mode: URL: [http://www.conventions.ru/view\\_base.php?id=1083](http://www.conventions.ru/view_base.php?id=1083) (accessed: 05.03.2018).

11. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes (Helsinki, 17.03.1992) / entry. in force 06.10.1996. [Electronic resource] - Access mode: URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/watercourses\\_lakes.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercourses_lakes.shtml)

12. UN Convention on the Law of the Non-Navigational Uses of International Watercourses (New York, 05/21/1997): [Electronic resource] / appr. resolution. 51/229 Gen. Assembly, introduction. in force in 2014 - Access mode: UN website: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/watercrs.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercrs.shtml).

13. Helsinki Rules for the Use of the Waters of International Rivers (Helsinki, 20.08.1966): [Electronic resource] / developed and adopted by Assoc. intl. rights. – Consortium Codex: Electronic fund of legal and normative-technical documentation. – Access mode 359: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1900698>

14. Minkovskaya R. I. Comprehensive studies of different types of sea mouths of rivers (on the example of sea mouths of rivers in the north-western part of the Black Sea. - Sevastopol: FGBUN FITS MGI, 2020. – 364 p.

15. Transboundary monitoring of the Dniester river. Analysis and evaluation. According to the project: Action Program for Improving Transboundary Cooperation and Sustainable Management of the Dniester River Basin (Phase “Dniester-III”). Prepared by: Paul Buiis. Published : August 2010 – 78c.

16. Interregional Ecological Program for the Protection and Use of the Waters of the Seversky Donets River Basin. - Russia Ukraine: 2004. – 40c.

17. Report on the SRW "Scientific support for the development and implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta". - Kharkiv: 2016, UKRNDIEP. – 114c.

18. Report on the SRW on topic No. 9/1.1-19 "Cross-border environmental monitoring of the Ukrainian part of the Danube Delta and the development of a geo-information system within it" (intermediate). - KHarkiv: UKRNDIEP, 2020. – 370c.

19. UNEP and UNEP-"DHC". Transboundary river basins: status and trends, summary for policy makers. United Nations Environment Program (UNEP). - Nairobi: 2016. – 12c.

20. Second Assessment of Transboundary Rivers, Lakes and Groundwaters. European Economic Commission. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. - United Nations Organization. - New York and Geneva: 2011. – 433c.

21. Black Sea drainage basin <https://www.unece.org> › I\_PartIV\_Chapter5\_Ru

22. Predrag Simonovic. Hydromorphological changes and sustainable management of fish stocks. - FAO. 2020. Regional Conference on the Restoration of River Habitats for Inland Fisheries in the Danube Basin and Adjacent Areas of the Black Sea. Conference Proceedings, November 13–15, 2018, Bucharest, Romania. Proceedings of the FAO Meetings on Fisheries and Aquaculture No. 63. Rome. - P. 34-35.

23. Mirjana Lenhardt. Status of highly migratory fish species (sturgeon, Caspian-Black Sea herring) in the Lower Danube region. - FAO. 2020. Regional Conference on the Restoration of River Habitats for Inland Fisheries in the Danube Basin and Adjacent Areas of the Black Sea. Conference Proceedings, November 13–15, 2018, Bucharest, Romania. Proceedings of the FAO Meetings on Fisheries and Aquaculture No. 63. Rome. - P. 49-51.

24. Aleksandrov B. G. The problem of the transfer of aquatic organisms by ships and some approaches to assessing the risk of new invasions. - Marine Ecological Journal, No. 1, Vol. III. 2004. – P. 5-17.

39. Marina Piria. Invasive alien freshwater fish in the Danube and their implications for management. - Regional Conference on the Restoration of River Habitats for Inland Fisheries in the

Danube Basin and Adjacent Areas of the Black Sea. Conference Proceedings, November 13–15, 2018, Bucharest, Romania. Proceedings of the FAO Meetings on Fisheries and Aquaculture No. 63. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca5741ru>. – P. 27-28.

26. In the Danube delta, an African catfish has been found - it can ... - Agro <https://agro.24tv.ua> › Agro news.

27. Recommendations for improving the monitoring system and minimizing negative impacts on freshwater ecosystems in the area of influence of DWNF activities / annotated report for the IV stage under contract No. 13/2020 of July 22, 2020. "Monitoring of the state of aquatic ecosystems in the zone of influence, restoration and exploitation of DWNF (according to hydrobiological indicators)". - Kyiv, 2021. – 21 p.

### **Section 9**

1. Shuisky Yu.D. Dynamics of the sea region of the Kiliya delta of the Danube // Hydrology of river mouths. /Proceedings of GOIN, vol. 172. Moscow branch of Hydromet, 1984, - P. 50-58.

2. Postolache I., Buga L., Diaconeasa D., Malciu V. Erosion control in Romania // Proceedings of the Second International Conference on the Mediterranean Coast Environment, MEDCOAST 95, October 24–27, 1995. Tarragona, Spain. – Vol. 2, 1995. – P. 1025–1032.

3. Petrescu I.H. Danube Delta. Origin and development. – M: Izd-vo Illustr. lit-ry, 1963. – 280 p.

4. Report "Evaluation of economic, social, legal and international aspects and the attitude of the public to the creation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in the Ukrainian section of the delta." Volume 1. "Evaluate the economic and social aspects of the creation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in the Ukrainian section of the Danube Delta." Volume 2. "Evaluation of legal and international aspects of the creation of the deep-water navigation fairway Danube river -Black Sea in the Ukrainian part of the delta" /Council for the Study of Productive Forces of Ukraine, NAS of Ukraine. - Kyiv, 2002.

5. Report "Environmental assessment of project options (at the stage of feasibility study of investments) for the creation of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea in the Ukrainian part of the delta." / Institute of Hydrobiology. National Academy of Sciences of Ukraine. - Kyiv, 2002.

6. Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river -Black Sea in the Ukrainian part of the delta. Working project. Fish protection measures. / "Ukrybproekt". - Kyiv, 2004.

7. Report on the likely significant adverse transboundary impacts of the Danube river - Black Sea navigation route at the border of Romania and the Ukraine / Espoo inquiry commission. - 2006. 67 p.

8. Gils J., Schwanenberg D., Kessel T. (2006) Deep-Water Navigation Fairway Danube river Black Sea, Report to the ESPOO Inquiry Commission

9. Hydrology of the Danube Delta. Ed. V.N. Mykhaylova, M. GEOS, 2004. 449 p.

10. Morozov V. The sediment flow of the Danube and drift of the DWNF Danube river-Black Sea - Analytical note for Hyprorechtrans. Izmail hydrometeorological observatory. NOOSPHERE, Odessa, 2005.

11. Berlinskyi N.A. Preliminary results of the analysis of lithodynamic studies of the sea approach channel (SAC) in the bar part of the mouth of the Bystroe estuary. NOOSPHERE, Odessa 2005.

12. Recommendations for the minimization of the drift of the experimental and operational slot of a deep-water navigation fairway on the bar of the Novostambulsky mouth of the Kiliy Delta of the Danube River // Report of the IGM of the National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences. - 2004.

13. Opinion of the Inquiry Commission on the "Bystre Canal" project. Key findings. - United Nations, Economic Commission for Europe. – Geneva. – 10 July, 2006. – 8 p.



## List of executors

For narratives and assessments contained in the Environmental Impact Assessment report, the results of the research presented in scientific research work report "Additional studies, survey and procedures for the completion of EIA report on the facilities reconstruction for the Project "Construction of a Deep-water Danube river – Black Sea Fairway within the Ukrainian part of the delta", stage 2, 2023, were used, also they presented in the two-volume Report "Assessment of potential transboundary impacts on the environment of the deep-water Danube river - Black Sea Fairway within the Ukrainian part of the delta. Edition 2. Appendix to the EIA" as part of the detail design "Construction of a Deep-water Danube river – Black Sea Fairway within the Ukrainian part of the delta. Full development", 2009.

### Executors of the Environmental Impact Assessment Report

Research institution "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems" (UkrNDIEP)

#### Anatoliy Volodymyrovych Grytsenko

Thermal Power Engineer, Ph.D of Engineering Sciences,

specialty in environmental protection and rational use of natural resources,

Doctor of Science in Geographic Sciences, specialty in environmental protection and rational use of natural resources, Professor,

Honored Worker of Science and Technology of Ukraine

#### Liudmyla Yakivna Anishchenko

Civil Engineer, engineering and construction design in terms of ensuring the safety of human life and health, protection of natural environment,

Doctor of Science in Engineering Sciences  
specialty - environmental safety

#### Oleksandr Georgiyovych Vasenko

Biologist-Zoologist, Ph.D. of Biological Sciences,

specialty - hydrobiology, Associate Professor

#### Boris Solomonovych Sverdlov

Biologist-Botanist

#### Leonid Andriyovych Pisnia

Ballistics Engineer, Ph.D. of Engineering Sciences,  
specialty - environmental safety

#### Alina Andriyivna Karliuk

Technogenic and Environmental Safety Engineer, Ph.D. of Engineering Sciences, specialty - environmental safety

#### Olga Volodymyrivna Cherba

Chemist

**LLC "Ukrainian Center for Environmental and Water Projects of the Academy of Technological Sciences of Ukraine" (UCEWP) (paragraphs 6.4, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7):**

**Mark Yosypovych Zhelezniak**



Design Manager on behalf of UCEWP,  
Hydrology Engineer,  
Ph.D. of Physico-mathematical Sciences (fluid, gas and plasma mechanics),  
Professor (radioecology) of Fukushima University, Japan  
Laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology (2004) for a comprehensive study of the Chernobyl disaster impact on the environment, scientific substantiation of the rehabilitation of contaminated territories

**Maksym Viktorovych Sorokin**



Responsible Executor,  
Engineer-Physicist

**The List of executors**

**State Enterprise «State Design Development and Research Institute of Marine Transport «ChornomorNDIProekt» (SE «CHORNOMORNDIPROEKT»)**  
(Chapters 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.2, 8, 9.5, 9.6)

Design Manager

**V. Turzhanskyy**  
(Certificate AP№ 018733)

Head of Laboratory  
of Hydraulic Survey  
and Port Water Areas

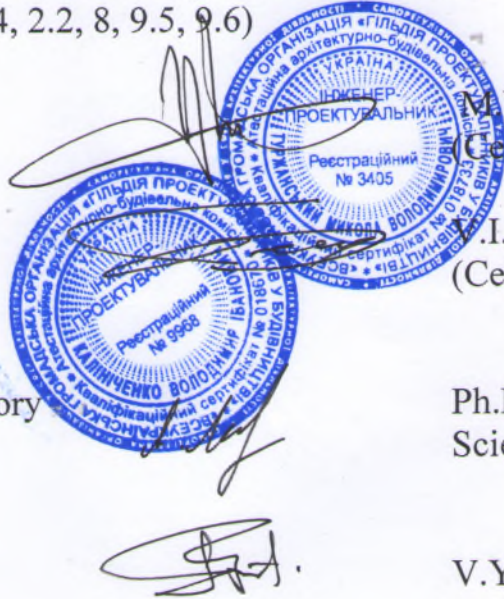
**I. Kalinichenko**  
(Certificate AP№ 011213)

Head of Group of Laboratory  
of Hydraulic Survey  
and Port Water Areas

Ph.D. of Geographic  
Sciences **O.B. Murkalov**

Primary Biologist

**V.Ye. Ryzhko**



**APPENDIX A  
NOTIFICATION OF THE PLANNED ACTIVITY AND ITS PLACEMENT IN THE  
MASS MEDIA**

**Message text:**

---

(date of official publication in the Unified environmental impact assessment register (automatically generated by software for maintaining the Unified Register of environmental impact assessment, not indicated by the business entity))

---

(registration number of the assessment case impact on the environment of the planned activity (automatically generated by software means of maintaining the Unified Register of environmental impact assessment, for the paper version it is specified by business entity))

**MESSAGE**

about the planned activity, which is subject to environmental impact assessment

State enterprise "Administration of Sea Ports of Ukraine" represented by "Delta-Lotsman" branch of SE "AMPU", EDRPOU code 38728507 informs about the intention to carry out the planned activity and the assessment of its impact on the environment.

1. Information about the business entity

Mailing address: Ukraine, 54001, Mykolaiv, Lyagina str., 27, contact phone number 38 0512 500-901.

2. Planned activity, its characteristics, technical alternatives

Planned activity, its characteristics.

Reconstruction of buikding projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukranian partof the delta" (hereinafter - DWNF Danube - Black Sea).

Sipping channel of the river Danube - Black Sea consists of the following objects and areas:

sea part: sea approach channel; sea approach channel enclosing dam; sea underwater dump of dredging soils;

river part: the sea section - Vylkove (1.5 - 20.5 km) - runs along the Bystre and Starostambulskyi arms; the section Vylkove - Izmailskyi Chatal (20.5 - 116 km) - runs along the Kiliya arm; section Izmailskyi Chatal - Reni (116.0-170.36 km) - runs along the river Danube along the state border of Ukraine; the objects of the river part also include river and coastal dumps of dredging soils.

Technical alternative 1.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway



Danube river - Black sea is planned by conducting hydrotechnical and dredging works with the allocation of three launch complexes (LC): LC I - provision of the actually achieved parameters of the DWNF Danube - Black Sea; LC II - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 5.0 m; LC III - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 7.2 m.

When implementing project solutions:

- LK I is planning to reconstruct the existing northern enclosing dam on the site adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is not carried out.
- LC II construction of the southern barrier dam is planned on the site adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is carried out on the SAC and the river section of the DWNF (overflow).
- LC III is planned to complete the sea sections of the southern and northern enclosing dams; dredging is carried out on the SAC and the river section of the DWNF (overflow).

In this way, a system of two parallel jet compression dams will be created.

The storage of the dredging soils of the river part of the DWNF is carried out on the existing coastal hydraulic dump; the storage of the dredging soils of the sea part is carried out on the existing sea underwater dump of the dredging soils.

Technical alternative 2.

The main technical solutions according to the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta. Full development". Design-research and design-technological institute of river transport "RICHTRANSPROEKT", Kyiv, 2006.

The implementation of the solutions of the working project was foreseen in 2 stages.

At the first stage (phase 1) of the restoration of the DWNF included dredging works for the creation of a sea approach channel (SAC) through the bar of the Bystre arm with a length of 3,432 km, the construction of a part of a one-way barrier dam to the north of the SAC (at the first stage - 1040 m., at the second - 2730 m.), deepening of rolling in the Kiliya arm between Izmailskyi Chatal and Vylkove. More than 90% of the length of the DWNF route passes through the channel of the Kiliyskyi arm, the width and prevailing depths of which meet the requirements for a waterway of the highest international class. Dredging works at the 1st and 2nd stages are necessary only within the boundaries of the rolling stock.

The purpose of the first stage was to ensure the passage of vessels with a draft of 5.85 m along the DWNF route.

At the second stage (phase 2), the continuation of dredging works and hydrotechnical works on the Bystre bar and the crossings of the Kiliya and Starostambulskyi arms until the full development of the DWNF was foreseen, with the aim of bringing its parameters to international standards and ensuring the passage of vessels with a draft of 7.2 m. In order to achieve stable operation of the hydroelectric power station at this stage, completion of the enclosing dam and the construction of a stream-directing dam and shore fortification at the fork of the Bystre and Starostambulskyi arms were foreseen.

At stage 1, dredging works were not carried out in the channel of the Bystre arm. At the second stage (full development) of the GSC, the volume of soil excavation in the Bystre arm is insignificant.

The storage of dredging soil is planned in the coastal dumps on the left bank of the Kiliya arm and on the sea dump of soil, under which a section of the seabed in the form of a circle with an area of 269.2 hectares at a depth of 22 m, located east of the mouth of the Bystre arm, 8 km from the coastline, has been set aside.

### 3. Place of implementation of the planned activity, territorial alternatives.

Place of the planned activity: territorial alternative 1.

Territorial alternative 1 is determined by the location and purpose of the existing and operating deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea - Ukraine, Odesa region, Izmail, Kiliya and Reni districts.

Place of the planned activity: territorial alternative 2.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian section of the delta" is essentially a gradual increase in depth through dredging of existing and operating facilities of the river's deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea. Reconstruction beyond the territorial limits of these existing objects does not make sense. Territorial alternative 2 - absent.

### 4. Socio-economic impact of the planned activity

Providing conditions for shipping in the Ukrainian part of the Danube Delta will contribute to increasing employment and the level of wages in the most promising and dynamic sectors of the economy. Yes, additional jobs should appear in the fleet, in ports, in railway and motor transport, in service organizations, in industrial enterprises of shipbuilding and ship repair, etc. The growth of investments is predicted not only in the transport complex, but also in other branches of the economy and the infrastructure of the region. For the residents of the Danube towns and villages, the conditions for passenger transportation and the development of water tourism, including international ones, will significantly improve.

Thus, the planned activity will lead to significant positive changes in the social sphere of the region and will significantly increase the general level of well-being of the population.

5. General technical characteristics, including the parameters of the planned activity (power, length, area, volume of production, etc.)

The technical characteristics of the construction of the 1st launch complex correspond to the actually achieved parameters of the DWNF Danube - Black Sea, according to which the maximum parameters of the estimated vessel are determined.

Technical characteristics of the construction of the II launch complex - ensuring the passage of the calculated vessel with a draft of 5.0 m, width - 17.0 m, length - 125 m.

Technical characteristics of the construction of the III launch complex - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 7.2 m

Reconstruction of the barrier dam of the sea access channel of the DWNF Danube - Black Sea is carried out with the allocation of 3 launch complexes: LC I - reconstruction of the existing (northern) barrier dam with a change in its configuration on the section closest to the shore, 1700 m long; LC II - construction of a section of the parallel (southern) jet embankment close to the shore, 1900 m long; LC III - completion of the sections of the southern and northern jet embankments remote from the coast, 900 m and 2300 m long, respectively.

Storage of the dredging soils of the river part of the DWNF is carried out on active river dumps and coastal hydraulic dumps; the storage of the dredging soils of the sea part is carried out on the existing sea underwater dump.

Approximate length of the reconstructed sea approach channel of the DWNF Danube - Black Sea will be 3.8 km; river part - 168.86 km.

The approximate total amount of dredging soil will be 10,000 thousand m<sup>3</sup>.

## 6. Environmental and other limitations of the planned activity according to alternatives:

### Technical alternative 1

Passage of a part of the route of the DWNF Danube river-Black Sea within the zone of anthropogenic landscapes of the Danube Biosphere Reserve (DBR), in which anthropogenic activities, including shipping, are allowed.

During the period of mass reproduction of wild animals, construction works, which are a source of increased noise and disturbance, are conducted in accordance with the requirements of the "Regulations on the Danube Biosphere Reserve".

The need to stop construction work during periods of AWC (in particular, storms and ice phenomena).

The need to limit construction works, in separate areas, during the effect of specialized state spawning bans on the use of aquatic bioresources.

### Technical alternative 2

Passage of a part of the route of the DWNF Danube river-Black Sea within the zone of anthropogenic landscapes of the Danube Biosphere Reserve (DBR), in which anthropogenic activities, including shipping, are allowed.

During the period of mass reproduction of wild animals, construction works, which are a source of increased noise and disturbance, are conducted in accordance with the requirements of the "Regulations on the Danube Biosphere Reserve".

The need to stop construction work during periods of AWC (in particular, storms and ice phenomena).

The need to limit construction works, in separate areas, during the effect of specialized state spawning bans on the use of aquatic bioresources.

7. Ecological and engineering preparation and protection of the territory according to alternatives are necessary:

According to both technical alternatives, ecological and engineering preparation of the territory of coastal hydraulic dumps of dredging soils is necessary.

## 8. Scope, sources and types of possible impact on the environment:

The scope of possible impact of the planned activity for both technical alternatives covers:

- air environment: locations of construction machines, mechanisms and watercraft along the arms of the Kiliya, Starostambulskyi, Bystre and sea approach channels during the construction period and during operational dredging works; the places of movement of watercraft during the transportation of dredging soil from the area of the sea approach channel to the sea underwater dump and the route of passage of transit vessels during the period of operation;
- geological environment: places of man-made changes in the topography of the bottom and shores along the route of the DWNF Danube - Black Sea; the part of the coast, adjacent to the mouth of the Bystre branch, where there are likely changes in the evolution processes of the Danube delta as a result of changed hydrodynamic conditions in the sea part of the DWNF Danube - Black Sea

- water environment: places of damage to the bottom surface during dredging, reconstruction of the fencing dam and underwater storage of soil; sections of the Danube delta where there is a probable change in the hydrological and hydrodynamic regime as a result of construction works and the passage of ships; places of entry of suspended and dissolved pollutants into the water during the movement of dredging soils, as well as in cases of violations of the operating regime of vessels and accidents;
- soils: places of coastal hydraulic dumps; areas adjacent to the arms of the delta, where changes in the water regime of soils are likely;
- flora and fauna: indirect impact is possible within the scope of all listed impacts on abiotic environmental conditions;

The sources of impacts of the planned activity on the environment are:

- construction machines and mechanisms, watercraft and transit vessels (gaseous and aerosol emissions into the air, acoustic pollution, mechanical action, chemical pollution of water and increase in the content of suspended substances in water during dredging and storage of dredging soils);
- the morphometry of the arms and the area of the sea approach channel changed as a result of the planned activity (hydrological impact and hydrodynamic action).

At the same time, direct types of influence are divided into chemical, physical and mechanical. The indirect type of influence is biological (change in the conditions of life of hydrobiocenoses).

9. Belonging to the first or second category of activities and objects that may have a significant environmental impact and are subject to environmental impact assessment (indicate the relevant point and part of Article 3 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment")

The planned activity, taking into account the parameters of the calculated vessel that will be able to pass through the deep-sea ship channel, belongs to the first category of activities and objects that can have a significant environmental impact and are subject to an environmental impact assessment, namely, the construction of "deep-water navigation fairway, including in natural riverbeds, special channels on land and in shallow marine water areas suitable for the passage of ships with a tonnage of more than 1,350 tons" (paragraph 7 of clause 7 of part 2 of article 3 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment").

Such planned activity is subject to cross-border environmental impact assessment in accordance with Clause 5 of Article 3 of this Law.

10. The existence of grounds for carrying out an assessment of the transboundary environmental impact (including the presence of a significant negative transboundary environmental impact) and a list of states whose environment may be subject to a significant negative transboundary impact (affected states)

The grounds for carrying out an assessment of the transboundary environmental impact are determined by the location of the planned activity, namely:

- the proximity of the planned activity area to the border with Romania;
- the existence in the zone of influence of the planned activity of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve "Danube Delta", one part of which is the Danube Biosphere Reserve on the territory of Ukraine, and the other is the Danube Delta Biosphere Reserve on the territory of Romania.

Based on this, Romania is a possible affected state in the implementation of the planned activity. Territories of other states located in basin of the river Danube, are outside the zone of influence



of the planned activity, therefore these states do not have sufficient grounds to consider themselves affected by the implementation of the planned activity.

11. The planned scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report

Research will include:

- analysis and summarization of the results of comprehensive ecological monitoring of the environment in the zone of influence of the DWNF Danube river-Black Sea, which has been continuously carried out since 2004, as well as information from published and archival sources, which characterizes the state of the environment in the area of the planned activity;
- study of departmental and fund data on the morphometric and hydrological parameters of the arms of the delta and the coast;
- forecasting and assessment of the likely consequences of changes in the state of the environment, including transboundary aspects, during the implementation of planned activities according to technical alternatives, including the use of mathematical modelling methods.

The environmental impact assessment report will contain:

- description of the planned activity, in particular, the location of the planned activity; goals of the planned activity; a description of the main characteristics of the planned activity according to the modern scheme of its implementation and justified alternative options with a description of the main reasons for choosing the proposed option;
- description of environmental factors likely to be affected by the planned activity;
- a description of the current state of the environment and the health of the population under the existing conditions of the activity;
- a description of the probable state of the environment and the health of the population during the implementation of the planned activity according to the main and alternative options;
- assessment of the impact of the planned activities on the environment, in particular, the surrounding water and geological environment, soils, flora and fauna, objects of the nature reserve fund and public health;
- assessment of risks to the environment and public health, including due to the possibility of emergency situations;
- a description of forecasting methods used to assess environmental impacts;
- a description of the planned measures aimed at preventing, averting, avoiding, reducing, eliminating a significant negative environmental impact;
- a summary of the monitoring and control programs regarding the environmental impact during the implementation of the planned activity;
- a summary of a non-technical nature, intended for a wide audience.

12. Environmental impact assessment procedure and opportunities for public participation in it

The activity planned by the business entity may have a significant impact on the environment and, therefore, is subject to an environmental impact assessment in accordance with the Law of

Ukraine "On Environmental Impact Assessment". Environmental impact assessment is a procedure that involves:

preparation of an environmental impact assessment report by the business entity;

public discussion of the planned activity;

analysis by the authorized body of the environmental impact assessment report, any additional information provided by the business entity, as well as information received from the public during public discussion, during the transboundary impact assessment procedure, other information;

provision by the authorized body of a reasoned conclusion on the assessment of the impact on the environment, which takes into account the results of the analysis provided for in the fifth paragraph of this clause;

taking into account the conclusion of the environmental impact assessment in the decision on the implementation of the planned activity specified in paragraph 14 of this notice.

In the conclusion on the assessment of the impact on the environment, the authorized body, based on the assessment of the impact on the environment of the planned activity, determines the permissibility or justifies the inadmissibility of the implementation of the planned activity and determines the environmental conditions of its implementation.

It is forbidden to start the implementation of the planned activity without assessing the impact on the environment and obtaining a decision on the implementation of the planned activity.

The environmental impact assessment procedure provides for the right and opportunities of the public to participate in such a procedure, in particular at the stage of discussion of the scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report, as well as at the stage of consideration by the authorized body of the submitted by the business entity environmental impact assessment report.

At the stage of public discussion of the environmental impact assessment report for at least 25 working days, the public is given the opportunity to submit any comments and suggestions to the environmental impact assessment report and the planned activity, as well as to participate in public hearings. More details about the procedure for public discussion of the environmental impact assessment report will be announced in the announcement of the start of public discussion.

13. Public discussion of the scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report

Within 20 working days from the date of publication of this notice on the official website of the authorized body, the public has the right to provide the authorized body specified in paragraph 15 of this notice with comments and suggestions on the planned activity, the scope of research and the level of detail of information to be included in the report with environmental impact assessments.

When submitting such comments and suggestions, indicate the registration number of the environmental impact assessment case of the planned activity in the Unified Environmental Impact Assessment Register (listed on the first page of this notice). This will greatly simplify the process of registration and consideration of your comments and suggestions.

If such public comments and suggestions are received, they will be placed in the Unified Register of Environmental Impact Assessment and transferred to the business entity (within three working days from the day of their receipt). Persons providing comments and suggestions certify their consent to the processing of their personal data with their signature. During the preparation

of the environmental impact assessment report, the business entity is obliged to fully take into account, partially take into account or reasonably reject the comments and suggestions of the public, provided in the process of public discussion of the scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report the environment Detailed information on this is included in the environmental impact assessment report.

#### 14. Decision on implementation of the planned activity

In accordance with the legislation, the decision on the implementation of this planned activity will be a permit issued by the state architectural and construction control authorities.

15. All comments and suggestions from the public regarding the planned activity, the scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report must be sent to the Environmental Impact Assessment Department of the Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment Department of the Ministry of Energy and Environmental Protection of Ukraine , 03035, m. Kyiv, Metropolit Vasyl Lypkivskiyi str., 35, e-mail: [OVD@menr.gov.ua](mailto:OVD@menr.gov.ua), [gladun@menr.gov.ua](mailto:gladun@menr.gov.ua), contact person: Gladun Yevhenii Yevgeniyovych, chief specialist of the environmental impact assessment department, tel. (044) 206-31-50, (044) 206-31-40.

#### **Iconographic confirmation of the publication and placement of the Notice:**

Figure 1. Publication of the Notice of Planned Activities in newspaper "Black Sea News" No. 043 (22161) dated June 4, 2020. (Odesa).

Figure 2. Publication of the Notice of Planned Activities in newspaper "Danube dawn" No. 37 (11528) dated 06/05/20 (Kiliya).

Figure 3. Publication of the Notice of Planned Activities in newspaper "Courier of the Week" No. 45 (1642) dated 06.06.20 (Izmail, Kiliya, Bolgrad, Reni).

Figure 4. Placement of the Notice of Planned Activities on the website of the Reniya RSA from June 30, 2020. (at the link <http://reni-rda.odessa.gov.ua/reni-novini/pov-domlennya-pro-planovanu-d-yal-n-st-yaka-p-dlyaga-oc-nc-vplivu-na-dovk-llya/> from 04.06.20)

Figure 5. Placement of the Notice of Planned Activities on the website of Izmail RSA from 30.06.20 r. (letter 01/01-19/11118/1303 dated 07/06/20).

Figure 6. Posting of the Notice of the planned activity on the bulletin board of Kiliya MC (letter 2188/12 dated 11.06.20).

Figure 7. Placement of the Notice of the planned activity on the bulletin board of the Reni MC (letter No. 13/734-878 dated 07/17/20).

Figure 8. Posting of the Notice of Planned Activities on the Board of the DBR (June 15, 2020).

# Chornomorski news

8.05.2020

## FOR THE PUBLIC INFORMATION

(date of official publication in the United Register of Environmental Impact Assessment (officially generated by the software automatically generated by the software of the United Register of Environmental Impact Assessment, or (hereinafter referred to as the "software"))

(registration number of the case on assessment of the environmental impact of the planned activity (officially generated by the software of the United Register of Environmental Impact Assessment, or (hereinafter referred to as the "software"))

### NOTIFICATION on planned activities subject to environmental impact assessment

**State Enterprise "Ukrainian Sea Ports Authority" represented by the branch "Delta Polts" of SE "USPA", EDROPU code 38728507**

**informs about the intention to carry out the planned activity and the assessment of its environmental impact.**

#### 1. Information about the business entity

Postal address: 54001, Kyriya Str., contact number +38 0512 500-801.

#### 2. Planned activity, its description, technical alternatives

**Planned activity, its description.** Reconstruction of construction projects "Arrangement of deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukraine in the Bystre arm at stage 1. At the part of the delta" (hereinafter referred to as DWNF of the Black Sea).

The development of the DWNF to bring its parameters to international standards and ensure the passage of vessels with a draught of 7.2 m. To stabilize stable operation of the DWNF, this stage includes completion of the enclosing dam and construction of a jet-dredged channel in the Bystre arm at stage 1. At the part of the delta (hereinafter referred to as DWNF of the Black Sea).

Passage of the part of the Danube river - Black sea DWNF route within the anthropogenic landscape zone of the Danube Biosphere Reserve (DBR), where anthropogenic activities, including shipping, are allowed.

During the period of mass breeding of wildfowl, construction works that are a source of increased noise and disturbance are carried out in accordance with the requirements of the Danube Biosphere Reserve Regulations.

The need to restrict construction works in certain areas during specialized state spawning banks of the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works during periods of extreme weather (including storms and ice events).

Need to restrict construction works outside the Bystre arm, located outside the zone of influence of the planned activity.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

dredged material from the offshore section will be stored at the existing concrete submarine dump.

The approximate length of the reconstructed offshore approach channel of the DWNF of the Danube river - Black sea will be 3.8 km, and the river section will be 168.8 km.

The estimated total volume of dredged material will be 10,000 thousand m<sup>3</sup>.

**6. Environmental and other limitations of the planned activities under the alternatives:**

**Technical alternative 1.** Passage of a part of the Danube river - Black sea DWNF route within the anthropogenic landscape zone of the Danube Biosphere Reserve (DBR), where anthropogenic activities, including shipping, are allowed.

During the period of mass breeding of wildfowl, construction works that are a source of increased noise and disturbance are carried out in accordance with the requirements of the Danube Biosphere Reserve Regulations.

The need to restrict construction works in certain areas during specialized state spawning banks of the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works during periods of extreme weather (including storms and ice events).

Need to restrict construction works outside the Bystre arm, located outside the zone of influence of the planned activity.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

Need to restrict construction works in the area of aquatic bioresources.

(specify the relevant paragraph of Article 3 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment")

The planned activity, taking into account the parameters of the vessel that will be able to pass through the deep-water navigation, belongs to the first category of activities and facilities that may have a significant impact on the environment and subject to environmental impact assessment, namely the construction of "deep-water shipping lanes, including land riverbeds, special channels on land and in shallow sea areas suitable for the passage of vessels with a tonnage of more than 1350 tonnes" (Article 3, paragraph 7, part 2, clause 7, of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment").

On Environmental Impact Assessment. The planned activities are subject to a transboundary environmental impact assessment in accordance with Article 3(5) of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment".

**10. Grounds for the transboundary environmental impact assessment:**

**presence of significant adverse transboundary environmental impact (affected states)**

The grounds for conducting a transboundary environmental impact assessment are determined by the location of the planned activity, namely:

- closeness of the planned activity to the border with Romania, as well as the existence of the bilateral Romanian-Ukrainian Danube Delta Biosphere Reserve in the area of influence of the planned activity, one part of which is the Danube Biosphere Reserve in Ukraine and the other part is the Danube Biosphere Reserve in Romania.

Therefore, Romania is a possible affected state in the implementation of the planned activity.

The territories of other states located in the Danube River basin are also possible affected states in the implementation of the planned activity.

The territories of other states located outside the zone of influence of the planned activity, but which do not have sufficient grounds to consider themselves affected by the planned activity.

**11. Planned scope of studies and level of detail to be included in the environmental impact assessment report.**

The studies will include:

- analysis and synthesis of the results of comprehensive environmental monitoring in the Danube Delta Biosphere Reserve area, which has been ongoing since 2004, as well as information from the Danube Delta Biosphere Reserve, including the state of the environment in the area of the planned activity;
- inventory of departmental and stock data on morphometric and hydrological parameters of the delta and the seashore;
- forecasting and assessment of the impact of the planned activity on environmental changes, including transboundary aspects, in the course of its implementation and technical alternatives, including the use of mathematical modeling methods;

The environmental impact assessment report will contain:

- description of the planned activity, in particular, the location of the planned activity, objectives of the planned activity, description of the main characteristics of the planned activity according to the current scheme of its implementation and justified alternative options with a description of the main reasons for choosing the proposed activity;
- description of environmental factors that are likely to be affected by the planned activity;
- description of the current state of the environment and public health in the area of the planned activity;
- description of the likely state of the environment and public health in the event of the planned activity under the main and alternative options;
- assessment of the impact of the planned activity under the options on the environment, in particular, the surrounding water and geological environment, soils, flora and fauna, nature reserve sites and public health;
- assessment of risks to the environment and public health, including those related to the possibility of emergency situations, environmental impacts;
- methods used to assess environmental impacts;
- measures envisaged to prevent, prevent, avoid, reduce, eliminate significant adverse environmental impacts;
- a summary of the monitoring and control programmes for environmental impacts during implementation of the planned activity;

**12. Environmental impact assessment opportunities for public participation.**

The measures planned by the business entity may have a significant impact on the environment, and therefore, are subject to an

preparation of an environmental impact assessment report by a business entity, including public discussion of the planned activity, by the authorised body of the environmental impact assessment report, any additional information provided by the business entity, as well as information received from the public during the public discussion and the information provided by the authorised body of the environmental impact assessment procedure, and other information;

It is prohibited to start the planned activity without an environmental impact assessment report, a decision on the planned activity.

The environmental impact assessment report provides for the right and opportunities for the public to participate in such a manner as follows:

- the business entity is obliged to discuss the scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report, as well as at a stage of consideration by the business entity;
- the business entity is obliged to provide the environmental impact assessment report submitted by the business entity;
- at the stage of public discussion of the environmental impact assessment report, the public is given the opportunity to submit any comments and suggestions to the business entity and to participate in public hearings. More details on the procedure for public discussion of the environmental impact assessment report will be provided in the public discussion of the planned activity.

**13. Public discussion of the scope of research and level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report.**

Within 20 working days from the date of publication of this notification on the official website of the authorised body, the public has the opportunity to submit any comments and suggestions to the business entity and to participate in public hearings. More details on the procedure for public discussion of the environmental impact assessment report will be provided in the public discussion of the planned activity.

When submitting such comments and suggestions, the business entity shall register the number of the environmental impact assessment report of the planned activity in the Unified Register of Environmental Impact Assessment (indicated on the official website of the authorised body).

This will greatly simplify the process of registration and consideration of public comments and suggestions.

In case of receipt of such comments and suggestions from the public, the business entity shall submit them to the authorised body of the environmental impact assessment procedure, and the authorised body shall register their consent to the processing of their personal data. When submitting such comments and suggestions, the business entity shall take into account in full, the comments and suggestions, and reasonably reject the comments and suggestions of the public provided in the environmental impact assessment report, the scope of research and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report. Detailed information on this shall be included in the environmental impact assessment report.

**14. Decision to carry out the planned activity.**

According to the legislation, the decision to carry out the planned activity will be a permit issued by the state architectural and construction control authorities.

**15. All public comments and suggestions on the planned activity, the scope of studies and the level of detail of information to be included in the environmental impact assessment report should be included in the environmental impact assessment report.**

**16. Environmental Impact Assessment Directorate of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine, 03035, Kyiv, 35, Menteropol Vasyli, e-mail: OVO@env.gov.ua, gladiu@env.gov.ua, contact person: Yevhenii Hladun, tel: +380 44 222 22 22.**

**Підприємство проєктує будівництво реконструкції глибоководної фарми на річці Дунай у межах біосферного заповідника "Дельта Дунаю".**

Запланована довжина каналу 3,8 км, а річкова ділянка становитиме 168,8 км. Загальний обсяг викопних ґрунтів становитиме 10 мільйонів кубічних метрів.

Запланована діяльність належить до першої категорії діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на навколишнє середовище та підлягають обов'язковій оцінці впливу на навколишнє середовище.

Оцінку впливу на навколишнє середовище здійснюватимуть з урахуванням параметрів судна, яке зможе пройти через глибоководну фарму. Це судно матиме водотоннаж понад 1350 тонн.

Підприємство планує провести публічне обговорення проєкту, надавши можливість громадянам висловити свої зауваження та пропозиції.

Публічне обговорення проєкту буде проводитися на офіційному веб-сайті підприємства протягом 20 робочих днів з моменту опублікування цього повідомлення.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Підприємство зобов'язане надати всі необхідні дані та документи, які будуть потрібні для проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.



# Notification of planned activities subject to environmental impact assessment

State Enterprise "Ukrainian Sea Ports Authority" represented by the branch "Delta Pilot" of SE "USPA", EDRPOU code 38728507

informs about the intention to carry out the planned activity and the assessment of its environmental impact.

1. Information about the business entity

Postal address: 54001, Ukraine, Mykolaiv, 27, Lyagina Str., contact number +38 0512 500-901.

2. Planned activity, its description, technical alternatives

Planned activity, its description.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" (hereinafter referred to as DWNF of the Danube - Black Sea).

Ship passage of the Danube - Black Sea consists of the following facilities and sections:

Sea part: sea approach channel, enclosing sea approach channel dam, sea underwater dump of dredging soils;

river part: Sea - Vilkovo section (1.5 - 20.5 km) - passes through the Bystre and Starostambul'skiy arms; Vilkovo - Izmail Chatal section (20.5 - 116 km) - passes through the Kiliya arm; Izmail Chatal - Reni section (116.0-170.36 km) - passes through the Danube river. Danube River along the state border of Ukraine; the riverine section also includes river and bank dredged material dumps.

Technical alternative 1.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea is planned by conducting hydrotechnical and dredging works with the allocation of three launch complexes (LC):

PC I - provision of the actually achieved parameters of the DWNF of Danube - Black Sea; LC II - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 5.0 m; LC III - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 7.2 m.

When implementing project solutions:

- PK I is planning to reconstruct the existing northern enclosing dam on the site adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is not carried out.

- The construction of the following is planned under PK II

the southern barrier dam in the area adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is carried out at the MPC and the river section of the DWNF (riffles).

- PC III is planned to complete the sea sections of the southern and northern enclosing dams; dredging is carried out on the MAC and the river section of the DWNF (overflow).

In this way, a system of two parallel jet compression dams will be created.

The storage of the dredging soils of the river part of the DWNF is carried out on the existing coastal hydraulic dump; the storage of the dredging soils of the sea part is carried out on the existing sea underwater dump of the dredging soils.

Technical alternative 2.

The main technical solutions according to the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea on the Ukrainian part of the delta. Full development". Design-research and design-technological institute of river transport "RICHTRANSPROEKT", Kyiv, 2006.

The implementation of the working draft solutions was envisaged in 2 stages.

At the first stage (Phase 1), the restoration of the DWNF included dredging to create a 3.432 km long marine access channel (MAC) through the bar of the Bystre arm, construction of a part of a one-way barrier dam north of the MAC (1,040 m in the first stage and 2,730 m in the second), and deepening of rifts in the Kiliya arm between Izmail Chatal and Vilkovo. More than 90% of the length of the DWNF route passes through the channel of the Kiliyskiy arm, the width and prevailing depths of which meet the requirements for a waterway of the highest international class. Dredging works at the 1st and 2nd stages are necessary only within the boundaries of the rolling stock.

The first stage was aimed at ensuring that the DWNF route could be used by vessels with a draft of 5.85 m.

The second stage (Phase 2) involved continuing dredging and hydraulic works on the Bystre Bar and the rifts of the Kiliya and Starostambul'skiy arms until the full development of the DWNF, with the aim of bringing its parameters to international standards and

ensuring the passage of vessels with a draft of 7.2 metres. To achieve stable operation of the DWNF, this stage included completion of the enclosing dam and construction of a jet-directed dam and bank protection at the fork of the Bystre and Starostambul'skiy arms.

No dredging works were carried out in the Bystre arm at stage 1. At the second stage (full development) of the DWNF, the volume of excavation in the Bystre arm is insignificant.

The storage of dredging soil is planned in the coastal dumps on the left bank of the Kiliya branch and on the sea dump of soil, under which a section of the seabed in the form of a circle with an area of 269.2 hectares at a depth of 22 m, located east of the mouth of the Bystre arm, 8 km from the coastline, has been set aside.

3. Location of the planned activity, territorial alternatives.

Location of the planned activity: Territorial alternative 1.

Territorial alternative 1 is conditioned by the location and purpose of the existing and operating deep-water shipping lane of the Danube River. Danube - Black Sea - Ukraine, Odesa Oblast, Izmail, Kiliya and Reni districts.

Location of the planned activity: Territorial alternative 2.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" is essentially a step-by-step increase in depth by dredging existing and operating deep-water navigation facilities. Danube - Black Sea. Reconstruction beyond the territorial boundaries of these existing facilities does not make sense. Territorial alternative 2 is not available.

4. Social and economic impact of the planned activity

Ensuring the conditions for shipping in the Ukrainian part of the Danube Delta will increase employment and wages in the most promising and dynamic sectors of the economy. Thus, additional jobs are to be created in the fleet, ports, rail and road transport, service organisations, industrial enterprises

shipbuilding and ship repair companies, etc. Investments are expected to grow not only in the transport sector but also in other sectors of the region's economy and infrastructure. Residents of Danube towns and villages will benefit from improved passenger transport and the development of water tourism, including international tourism.

Thus, the planned activities will lead to significant positive changes in the social sphere of the region and will significantly increase the overall level of well-being of the population.

5. General technical characteristics, including parameters of the planned activity (capacity, length, area, production volume, etc.)

The technical specifications for the construction of the first start-up complex correspond to the actual parameters of the Danube river - Black sea DWNF of the Danube - Black Sea, according to which the maximum parameters of the design vessel are determined.

The technical specifications for the construction of the launch complex II are to ensure the passage of a design vessel with a draft of 5.0 m, a width of 17.0 m, and a length of 125 m.

Technical specifications for the construction of the III launch complex - to ensure the passage of a design vessel with a draft of 7.2 m

Reconstruction of the enclosing dam of the sea approach channel of the DWNF river Danube - Black Sea is carried out with the allocation of 3 launch complexes: PK I - reconstruction of the existing (northern) barrier with reconfiguration of its configuration on the 1700 m long section close to the shore;

PK II - construction of a 1900 m long parallel (southern) jet compression dyke section close to the shore; PK III - completion of 900 m and 2300 m long sections of the southern and northern jet compression dykes farther from the shore, respectively.

The dredged material from the river part of the DWNF is stored in the existing river dumps and onshore hydraulic dumps; the dredged material from the offshore part is stored in the existing offshore submarine dump.

The approximate length of the reconstructed offshore approach channel of the DWNF of the Danube river - Black sea will be 3.8 km, and the river section will be 168.86 km

Figure 2

(date of official publication in the Unified Register of Environmental Impact Assessment (automatically generated by the software by the software tools of the Unified Register of environmental impact assessment,

(registration number of the case on environmental impact assessment of the planned activity (automatically generated by the software tools for maintaining the Unified Register of Environmental Impact Assessment, for the paper version it is indicated by the business entity)

## NOTIFICATION

on the planned activity subject to environmental impact assessment The State Enterprise "Ukrainian Sea Ports Authority" represented by the branch "Delta Pilot" of SE "USPA", EDRPOU code 38728507, informs about its intention to carry out the planned activity and assess its environmental impact.

### 1. Information about the business entity

Postal address: 54001, Ukraine, Mykolaiv, 27, Lyagina Str., contact number +38 0512 500-901.

### 2. Planned activity, its description, technical alternatives

Planned activity, its description. Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" (hereinafter referred to as DWNF of the Danube river- Black Sea).

Ship passage of the Danube - Black Sea consists of the following facilities and sections:

Sea part: sea approach channel, enclosing sea approach channel dam, sea underwater dump of dredging soils;

river part: Sea - Vilkov section (1.5 - 20.5 km) - passes through the Bystre and Starostambulskyi arms; Vilkov - Izmail Chatal section (20.5 -116 km) - passes through the Kiliya arm; Izmail Chatal - Reni section (116.0-170.36 km) - passes through the Danube river. Danube River along the state border of Ukraine; the riverine section also includes river and bank dredged material dumps.

#### Technical alternative 1.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea is planned by conducting hydrotechnical and dredging works with the allocation of three launch complexes (LC):

PC I - provision of the actually achieved parameters of the DWNF of Danube - Black Sea; LC II - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 5.0 m; LC III - ensuring the passage of the estimated vessel with a draft of 7.2 m.

When implementing project solutions:

- PK I is planning to reconstruct the existing northern enclosing dam on the site adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is not carried out.

- The construction of the following is planned under ПК II

the southern barrier dam in the area adjacent to the mouth of the Bystre arm; dredging is carried out at the MPC and the river section of the DWNF (riffles).

- PC III is planned to complete the sea sections of the southern and northern enclosing dams; dredging is carried out on the MAC and the river section of the DWNF (overflow).

In this way, a system of two parallel jet compression dams will be created.

The storage of the dredging soils of the river part of the DWNF is carried out on the existing coastal hydraulic dump; the storage of the dredging soils of the sea part is carried out on the existing sea underwater dump of the dredging soils.

#### Technical alternative 2.

The main technical solutions according to the working project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea on the Ukrainian part of the delta. Full development". Design-research and design-technological institute of river transport "RICHTRANSPROEKT", Kyiv, 2006.

The implementation of the working draft solutions was envisaged in 2 stages.

At the first stage (Phase 1), the restoration of the DWNF included dredging to create a 3.432 km long marine access channel (MAC) through the bar of the Bystre arm, construction of a part of a one-way barrier dam north of the MAC (1,040 m in the first stage and 2,730 m in the second), and deepening of rifts in the Kiliya arm between Izmail Chatal and Vilkov. More than 90% of the length of the DWNF route passes through the channel of the Kiliyskyi arm, the width and prevailing depths of which meet the requirements for a waterway of the highest international class. Dredging works at the 1st and 2nd stages are necessary only within the boundaries of the rolling stock.

The first stage was aimed at ensuring that the DWNF route could be used by vessels with a draft of 5.85 m.

The second stage (Phase 2) involved continuing dredging and hydraulic works on the Bystre Bar and the rifts of the Kiliya and Starostambulskyi arms until the full development of the DWNF, with the aim of bringing its parameters to international standards and ensuring the passage of vessels with a draft of 7.2 metres. To achieve stable operation of the DWNF, this stage included completion of the enclosing dam and construction of a jet-directed dam and bank protection at the fork of the Bystre and Starostambulskyi arms.

No dredging works were carried out in the Bystre arm at stage 1. At the second stage (full development) of the DWNF, the volume of excavation in the Bystre arm is insignificant. The storage of dredging soil is planned in the coastal dumps on the left bank of the Kiliya branch and on the sea dump of soil, under which a section of the seabed in the form of a circle with an area of 269.2 hectares at a depth of 22 m, located east of the mouth of the Bystre arm, 8 km from the coastline, has been set aside.

**3. Location of the planned activity, territorial alternatives.** Location of the planned activity: Territorial alternative 1. Territorial alternative 1 is conditioned by the location and purpose of the existing and operating deep-water shipping lane of the Danube River. Danube - Black Sea - Ukraine, Odessa Oblast, Izmail, Kiliya and Reni districts.

Location of the planned activity: Territorial alternative 2.

Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" is essentially a step-by-step increase in depth by dredging existing and operating deep-water navigation facilities. Danube - Black Sea. Reconstruction beyond the territorial boundaries of these existing facilities does not make sense. Territorial alternative 2 is not available.

### 4. Social and economic impact of the planned activity

Ensuring the conditions for shipping in the Ukrainian part of the Danube Delta will increase employment and wages in the most promising and dynamic sectors of the economy. Thus, additional jobs are expected to be created in the fleet, ports, rail and road transport, service organisations, shipbuilding and ship repair facilities, etc. Investments are expected to grow not only in the transport sector but also in other sectors of the region's economy and infrastructure. Residents of Danube towns and villages will benefit from improved passenger transport and the development of water tourism, including international tourism.

Thus, the planned activities will lead to significant positive changes in the social sphere of the region and will significantly increase the overall level of well-being of the population.

5. General technical characteristics, including parameters of the planned activity (capacity, length, area, production volume, etc.)

The technical specifications for the construction of the first start-up complex correspond to the actual parameters of the Danube river - Black sea DWNF of the Danube - Black Sea, according to which the maximum parameters of the design vessel are determined.

The technical specifications for the construction of the launch complex II are to ensure the passage of a design vessel with a draft of 5.0 m, a width of 17.0 m, and a length of 125 m.

Technical specifications for the construction of the III launch complex - to ensure the passage of a design vessel with a draft of 7.2 m

Reconstruction of the enclosing dam of the sea approach channel of the DWNF river Danube - Black Sea is carried out with the allocation of 3 launch complexes: ПК I - reconstruction of the existing (northern) barrier with reconfiguration of its configuration on the 1700 m long section close to the shore;

ПК II - construction of a section close to the shore of the

parallel (southern) jet compression dam, 1900 m long; ПК III - completion of the southern and northern jet compression dams, 900 m and 2300 m long, remote from the shore, respectively.

The dredged material from the river part of the DWNF is stored in the existing river dumps and onshore hydraulic dumps; the dredged material from the offshore part is stored in the existing offshore submarine dump.

The approximate length of the reconstructed offshore approach channel of the DWNF of the Danube river - Black sea will be 3.8 km, and the river section will be 168.86 km.

The estimated total volume of dredged material will be 10,000 thousand m<sup>3</sup>.

6. Environmental and other limitations of the planned activities under the alternatives:

#### Technical alternative 1

Passage of a part of the Danube river - Black sea DWNF route within the anthropogenic landscape zone of the Danube Biosphere Reserve (DBR), where anthropogenic activities, including shipping, are allowed.

During the period of mass breeding of wildlife, construction works that are a source of increased noise and disturbance are carried out in accordance with the requirements of the Danube Biosphere Reserve Regulations.

The need to stop construction works during periods of extreme weather (including storms and ice events).

The need to restrict construction works in certain areas during specialised state spawning bans on the use of aquatic bioresources.

#### Technical alternative 2

Passage of a part of the Danube river - Black sea DWNF route within the anthropogenic landscape zone of the Danube Biosphere Reserve (DBR), where anthropogenic activities, including shipping, are allowed.

Figure 3

For visual impairers

Reception of the administration (048-40) 4-02-26

NO TIFI CA TION of planned activities subject to environmental impact assessment

RE NI DI ST RI CT ST AT E AD MI NI ST RA TI ON

Today: 30 June 2020

Contacts Search on the site

Administrative services

Appeals and reception of citizens

NO TIFI CA TION of planned activities subject to...

04.06.2020

News

About the district administration of the District State Administration divisions of the District State Administration

30.06.2020

30.06.2020

NO TIFI CA TION of planned activities subject to environmental impact assessment

The State Enterprise "Ukrainian Sea Ports Authority" represented by the branch "Delta Pilot" of the SE "USPA" informs about the intention to carry out the planned activity of reconstruction of the construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta". Danube - Black Sea on the Ukrainian part of the delta" and its environmental impact assessment.

[NOTIFICATION of planned activities subject to environmental impact assessment](#)

1/3

http://rent-rda.odessa.gov.ua/rent-novini/pov-domennya-pro-plancsnu-d-yel-n-st-yaka-p-d-yaga-oc-nc-apt-ku-na-dovk-lyar

Figure 4





**UKRAINE**

**IZMAIL DISTRICT STATE ADMINISTRATION**

62, Suvorova Ave. Suvorova Ave. 68601. tel. (04841) 2-01-46

E-mail: rda@izmail.odessa.gov.ua EDRPOU code 04057126

06.07.2020 № 01/01 - 19/1118/1303

to No. \_\_\_\_\_ from \_\_\_\_\_

State Service of Ukraine for Maritime and  
River Transport  
of Ukraine SE "State Design and Survey  
Institute of Transport  
"CHERNOMORNDIPROEKT"  
12, Shevchenko str. Odesa

Pursuant to the letter dated 04.06.2020, inc. No. 1118/01-19/01, and in accordance with the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment", the website of the Izmail District State Administration published a Notice of planned activities subject to environmental impact assessment - reconstruction of construction facilities "Arrangement of a deep-water shipping route for the Danube Black Sea in the Ukrainian part of the delta".

All public comments and suggestions on the planned activities, the scope of studies and the level of legalisation of information to be included in the environmental impact assessment report will be sent to the Environmental Impact Assessment Department of the Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment Directorate of the Ministry of Energy and Environmental Protection of Ukraine, 03035, Kyiv, 35, Metropolitan Vasyl Linkivskyi str. e-mail: [OVD@menr.gov.ua](mailto:OVD@menr.gov.ua), [gladun@menr.gov.ua](mailto:gladun@menr.gov.ua), Contact person: Yevhenii Hladun, Chief Specialist of the Environmental Impact Assessment Department, tel. (044) 206-31-50. (044)206-31-40.

Chairman

*/Signed/*

Nataliia TODOROVA

performed by Henova O. M.  
tel. 7-23-32

Figure 5





UKRAINE

**EXECUTIVE COMMITTEE  
OF THE KILIYA CITY COUNCIL**

57, Mira str. Kiliya,  
Odesa region, 68303

E-mail: kiliyskiygorsovet@ukr.net  
http://www.gorsovet-kiliya.org.ua  
EDRPOU code 04057020

Tel.: (04843)42401  
Fax.: (04843)43450

11.06.20 № 2188/12 To № \_\_\_\_\_ from \_\_\_\_\_

*L.M. Husev*  
*V.V. Rachinsky / Signature /*  
*V.I. Kalinichenko*  
*For illegible*  
*/Signature/ 19.06.20*

To the Director of the State Enterprise  
"State Design and Survey Institute  
of Maritime Transport  
"CHORNOMORNDIPROEKT"  
Nikulin S. H.  
12, Shevchenko Avenue  
Odesa, 65058

The Executive Committee of the Kiliya City Council in response to your letter of 03.06.2020. No. GIP2-8/745 informs you of the following.

In accordance with Article 4 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment", in order to inform the residents of Kilia about the intention of SE "USPA" represented by the branch "Delta Pilot" to carry out planned reconstruction activities of the construction project "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea on the Ukrainian section of the Delta" and its environmental impact, the Executive Committee of the Kiliya City Council on 10.06.2020 posted your message on the notice board in the premises of the Kiliya City Council.

In addition, we would like to inform you that in accordance with Article 69-1 of the Tax Code of Ukraine, we ask you to transfer monetary penalties for damage caused by violation of the legislation on environmental protection as a result of economic and other activities to the budget of the Kilia City Amalgamated Territorial Community using the following details:

The recipient is the MC in Kilia district / municipality of the Kiliya (code 24062100)

The recipient code is 37905000,

ENTRY NUMBER 339

CASE 19.06.2020

BLACK SEA RESEARCH PROJECT

Figure 6



UKRAINE

**EXECUTIVE COMMITTEE  
OF RENI CITY COUNCIL OF ODESA REGION**

103, Soborna str. Reni, 68800, tel. 4-02-16, fax 4-02-21  
E-mail: [merreni@ukr.net](mailto:merreni@ukr.net), web: <http://www.renimvk.od.ua>  
EDRPOU code 04056990

17.07.2020 No. 13 /734-878

to No. \_\_\_\_\_ from \_\_\_\_\_

*M.V. Turzhanskyi*  
for **illegible**  
/Signature/ 27.07.20

/Signature/ 27.07.20  
*L.M. Husev*  
*V.V. Patynskyi*  
for illegible  
/Signature/ 24.07.20

**To the Director of  
State Enterprise "State Design, Survey  
and Research Institute of Maritime  
Transport  
"CHERNOMORNDIPROEKT"  
Nikulin S. H.  
12, Shevchenko str. Odesa 65058**

In response to your letter dated 03.06.2020 No. ГІІІ2-8/744, the Executive Committee of the Reni City Council of Odesa Oblast informs that the Notice of Planned Activities for the reconstruction of the construction facilities "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" was posted on the notice board of the city executive committee within 20 working days from 04062020 to 02.07.2020.

**Mayor**

/Signature/

**I.V. Plekhov**

*Executed by: Kalaidzhi O.P.*  
*tel. (04840) 4-02-21*

ENTRY NUMBER 339  
CASE 19.06.2020  
BLACK SEA RESEARCH PROJECT

Figure 7

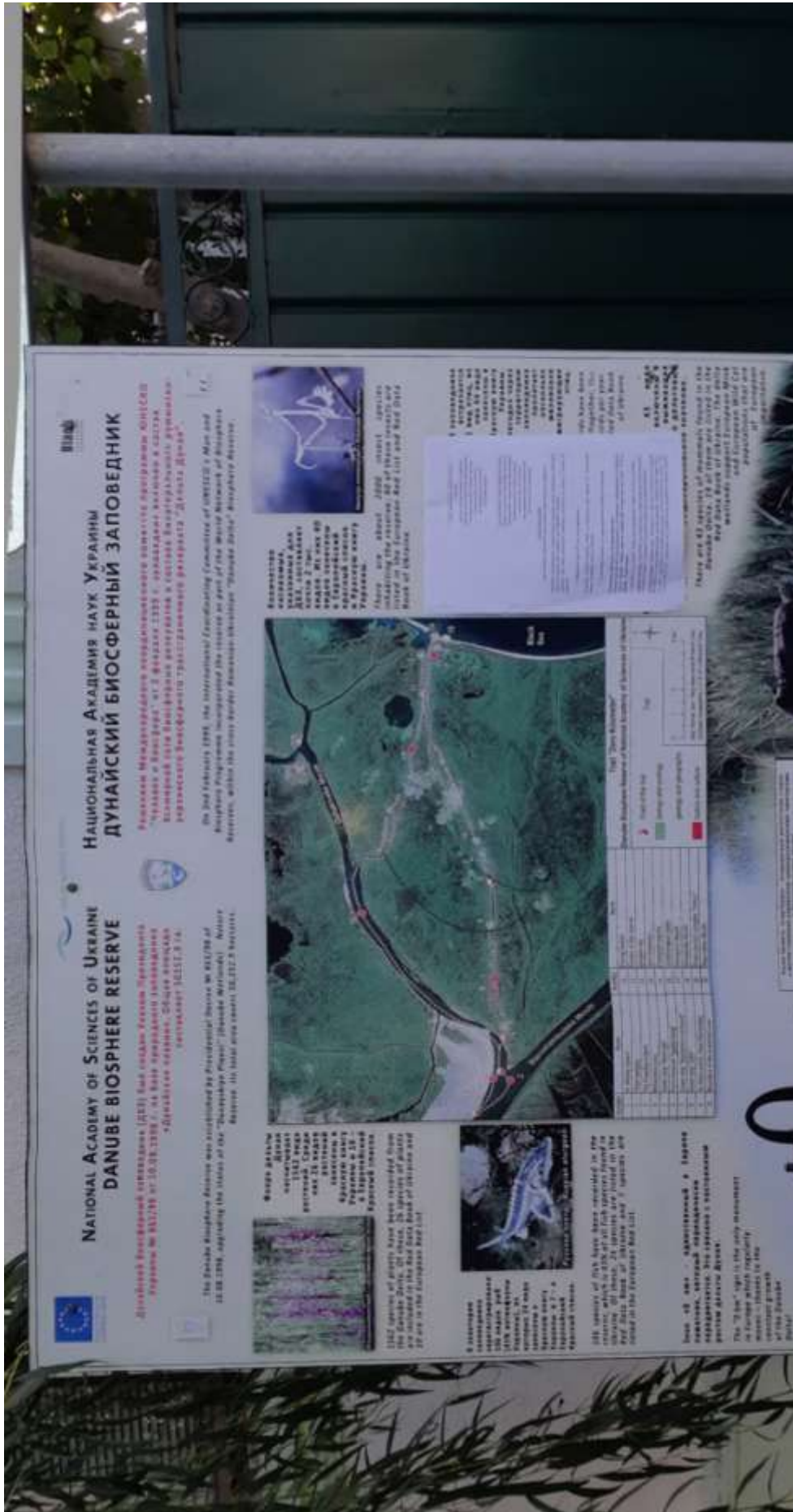


Figure 8

**APPENDIX B  
TECHNICAL TASK**

**APPROVED**

**CONFIRMED**

**First Deputy Director of the UKRNDIEP  
for Scientific Work**

Seal: MINISTRY OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION OF  
UKRAINE \* UKRAINE \* SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTION  
"UKRAINIAN SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTE OF  
ENVIRONMENTAL PROBLEMS" \* illegible

*/Signature/* **O. H. Vasenko**

**2020**

**Chief Engineer  
of SE "CHERNOMORNDIPROEKT"**

Seal: UKRAINE \* STATE SERVICE OF MARITIME AND RIVER  
TRANSPORT OF UKRAINE \* CODE illegible \* State enterprise "State  
Design, Surveying and Scientific and Research Institute of Sea  
Transport "CHORNOMORNDIPROEKT

*/Signature/* **V. V. Patynskyi**

**2020**

**Environmental Impact Assessment Task for the planned activity "Reconstruction of the construction projects "Arrangement of a deep-water navigation route for the Danube - Black Sea in the Ukrainian part of the delta". Development of the EIA Report**

List of key baseline data and requirements	Key baseline data and requirements
1. Name of the planned activity and location of the facilities	1.1. Name: Reconstruction of construction projects "Arrangement of the deep-water navigation fairway Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta" (hereinafter referred to as the Danube-Black Sea). 1.2. Location of the facilities: Ukraine. Odesa region, Izmail and Kiliya districts.
2. Customer.	2. State Enterprise "Chornomorskindiproekt"
3. The customer of the project	3. The State Enterprise "Ukrainian Sea Ports Authority" represented by the branch "Delta Pilot" of SE "USPA".
4. Contractor	4. Scientific Research Institution "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems" (UKRNIIEP).
5. Stage of development	5. FEASIBILITY STUDY.
6. Financing source	6. Company's own funds and other sources.
7. Basic architectural and planning requirements and characteristics of the facility, construction sequence	7.1. Ensuring safe passage of the survey vessel along the route of the DWNF of the Danube - Black Sea. 7.2. Ship passage of the The Danube - Black Sea consists of the following sections: 7.2.1. Sea part: 7.2.1.1. The 3,374 km long sea access channel; 7.2.1.2. The sea access channel's barrier dam; 7.2.1.3. Marine dumping ground; 7.2.2. River part: 7.2.2.1. Mors - Vylkove (1.5 - 20.5 km). Bystre delta arm - Starostambulske delta arm; 7.2.2.2. Vilkovo - Izmail Chatal (20.5 -116 km) - passes through the Kiliya delta arm; 7.2.2.3. Izmail Chatal - Reni (116.0-170.36 km) - passes along the state border of Ukraine. 7.3. Along with the allocation of 3 start-up complexes:

	<p>7.3.1. Technical specifications for the construction of Launch Complex I - <b><u>River section</u></b> - shall be adopted by the designer in accordance with the actual achieved parameters of DWNF of the Danube - Black Sea as of the date of concluding the contract for this design task, the designer shall determine the maximum parameters of the design vessel.</p> <p>7.3.2. The technical specifications for the construction of the II launch complex - <b><u>Ensuring the passage of the design vessel in a draft of 5.0 m</u></b> - shall be adopted by the designer taking into account</p> <p>7.3.2.1. parameters and launch complex;</p> <p>7.3.2.2. Ensuring safe passage of the survey vessel along the route of the DWNF of the Danube- Black Sea: draft - 5.0 m width - 17.0 m, length - 125 m.</p> <p>7.3.2.3. passport parameters of the Danube river-Black sea DWNF sea approach channel (SAC) and the enclosing dam of the SAC of the Danube river-Black Sea DWNF. Danube river - Black Sea.</p> <p>7.3.3. Technical specifications for the construction of the III launch complex - <b><u>Ensuring the passage of a design vessel with a draft of 7.2 m.</u></b> - shall be adopted by the designer taking into account:</p> <p>7.3.3.1. parameters of the I-II launch complexes;</p> <p>7.3.3.2. ensuring safe passage of the design vessel with a draught of 7.2 m. Other parameters of the design vessel are determined during the design at the feasibility study stage.</p>
8.Basic requirements	<p>8.1. Environmental Impact Assessment Materials (hereinafter referred to as EIA) shall be developed in accordance with the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment" and shall include, inter alia:</p> <p>8.1.1. Environmental impact assessment in a transboundary context.</p> <p>8.1.2. An environmental impact assessment of the use of dredged material dumps (onshore and offshore, etc.) or other decisions to be taken in the project on dredged material disposal.</p> <p>8.2. EIA materials should be developed taking into account the results of comprehensive environmental monitoring.</p> <p>8.3. At the feasibility study stage, based on the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment", carry out the procedure for assessing the environmental impact of the consequences of the planned activity (EIA):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Reconstruction of the construction projects "Arrangement of a deep-water shipping lane on the Danube - Black Sea in the Ukrainian part of the delta" (planned activity based on the materials developed under the design assignment).</li> <li>- Detailed design project "Reconstruction of the structure of the barrier dam of SAC DWNF of the Danube river - Black sea in the Ukrainian part of the delta, Odesa region, Kiliya district, Bystre delta arm". If during the development of this design task the designer makes a decision and agrees with the Employer on a different option for the barrier dam of SAC DWNF of the Danube river - Black sea than the one elaborated in the detailed design materials (clause 21.18 of this task), the EIA procedure shall be carried out exclusively in relation to the decisions made on the planned activity.</li> </ul>

	<p>8.4. Based on the design assignment, Art. 5 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment" "Notification of Planned Activities Subject to Environmental Impact Assessment, Determination of the Scope of Studies and Level of Detail of Information" and Art. 14 "Assessment of Transboundary Environmental Impact" to collect and systematise information for the development of the notification of the planned activity (hereinafter referred to as the Notification), develop and agree the Notification with the Customer and ensure</p> <p>8.4.1. Receiving and analysing proposals, requirements and comments from the public and the Authorised Body.</p> <p>8.4.2. development of the EIA report taking into account the received proposals, requirements and comments (or justification for not taking into account the proposals).</p> <p>8.5. In accordance with Art. 6 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment", the EIA Report shall include:</p> <p>8.5.1. a description of the justified alternatives (e.g., geographical and/or technological) to the planned activity, the main reasons for selecting the proposed option, taking into account the environmental consequences;</p> <p>8.5.2. description of the current state of the environment under the existing conditions of the activity;</p> <p>8.5.3. description of the probable state of the environment in case of termination of the activity</p> <p>8.5.4. description of environmental factors that are likely to be affected by the planned activity and its alternatives, in accordance with clause 6.2.4 of Art. 6 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment";</p> <p>8.5.5. description and assessment of the possible environmental impact of the planned activity, in particular, the magnitude and scope of such impact in accordance with clause 6.2.5 of Art. 6 of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment".</p> <p>8.6. Participate in public discussions and provide scientific support for relevant activities, including preparation of written responses to public comments.</p> <p>8.7. If necessary, based on the results of the implementation of clause 8.4.1. of this Task, develop and agree with the Client a draft Terms of Reference for additional studies, surveys and procedures, taking into account the proposals, requirements and comments on the planned activities.</p> <p>8.8. Funding for additional procedures, research and surveys, taking into account public proposals for planned activities, shall be provided by the Employer separately, outside the scope of this task for the development of environmental impact assessment materials.</p> <p>8.9. Financing of the organisation and other procedures in accordance with the requirements of the Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment" shall be carried out by the Client separately, outside the scope of this task for the development of environmental impact assessment materials.</p>
9. Initial data	<p>9.1. The Employer shall provide the Contractor with the initial data in accordance with clause 21 of the Design Assignment.</p> <p>9.2. The Employer shall ensure prompt provision of data obtained in the course of the feasibility study development. To the Contractor to ensure timely preparation of the Notification and EIA Report.</p>
10. Work results	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notification of the planned activity;</li> <li>- Environmental Impact Assessment Report.</li> <li>- Announcement of the start of public discussion.</li> </ul>

**APPENDIX C**  
**RESULTS OF STUDIES OF HYDROCHEMICAL INDICATORS OF THE STATE OF THE UKRAINIAN PART OF THE RIVER DANUBE**

**Table 1 - Average by area, average monthly and average annual results of research of hydrochemical tropho-saprobic indicators of the state of the Ukrainian part of the river Danube during 2011-2019**

Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm. mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
<b>2011</b>											
01	7.9	13	58	11.4	1.5	19.6	0.12	0.021	1.67	0.043	0.106
02	8.0	9.4	45.5	11.3	2.09	20.0	0.13	0.020	2.07	0.033	0.107
03	8.1	10.4	124	11.1	1.6	12.9	0.12	0.019	1.91	0.039	0.11
04	8.1	9.2	104	10.8	1.9	18.8	0.05	0.019	1.72	0.046	0.118
05	8.1	11.1	50.0	8.3	2.05	19.5	0.06	0.025	1.11	0.027	0.054
06	8.0	13.0	24.0	8.0	1.5	18.6	0.03	0.019	0.98	0.029	0.191
07	8.16	9.3	48.3	6.59	2.36	22.6	0.03	0.018	1.10	0.019	0.109
08	8.0	10.7	46.8	6.66	1.18	19.8	0.06	0.031	0.57	0.039	0.122
09	8.00	11.1	38	6.89	1.26	25.8	0.04	0.032	1.12	0.033	0.12
10	8.08	10.7	71.7	7.90	0.83	15.7	0.04	0.022	1.09	0.047	0.111

Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH4-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO2-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO3-N, mg/dm <sup>3</sup>	PO4-P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
11	7.90	12.7	45.8	9.74	1.10	13.6	0.03	0.016	1.44	0.062	0.105
12	7.90	15.9	34.4	10.98	2.47	12.7	0.11	0.019	1.39	0.042	0.103
Average for the year	8.0	11.4	57.5	9.14	1.65	18.3	0.068	0.022	1.35	0.039	0.113
<b>2012</b>											
<b>01</b>	8.0	13.0	41.8	11.8	2.47	14.8	0.17	0.027	1.54	0.063	0.161
<b>02</b>	7.9	17.0	36.7	12.0	2.75	17.1	0.31	0.022	2.10	0.038	0.118
<b>03</b>	8.0	7.0	101.0	11.8	2.87	16.2	0.24	0.022	1.97	0.033	0.078
<b>04</b>	8.0	10.4	106.0	9.7	1.35	16.1	0.20	0.022	1.68	0.036	0.115
<b>05</b>	8.1	11.0	139.0	8.3	1.22	15.1	0.13	0.054	1.10	0.033	0.078
<b>06</b>	8.0	14.1	28.0	7.1	1.09	23.1	0.14	0.055	1.09	0.034	0.083
<b>07</b>	7.9	18.0	28.8	7.7	1.55	25.7	0.08	0.044	0.79	0.023	0.082
<b>08</b>	7.8	18.6	40.4	7.1	1.39	19.9	0.10	0.051	0.63	0.013	0.078
<b>09</b>	8.0	20.3	26.6	7.9	1.33	16.9	0.09	0.026	0.55	0.033	0.073
<b>10</b>	7.8	18.6	161.0	8.6	1.05	24.7	0.08	0.016	1.06	0.046	0.104
<b>11</b>	7.9	17.9	40.4	9.6	1.24	17.9	0.07	0.017	1.10	0.039	0.103
<b>12</b>	7.9	14.5	57.8	10.5	1.12	18.1	0.14	0.019	1.09	0.039	0.108
<b>Average for the year</b>	<b>7.9</b>	<b>15.0</b>	<b>67.3</b>	<b>9.3</b>	<b>1.62</b>	<b>18.8</b>	<b>0.15</b>	<b>0.031</b>	<b>1.22</b>	<b>0.036</b>	<b>0.098</b>



Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH4-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO2-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO3-N, mg/dm <sup>3</sup>	PO4-P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm. mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
<b>2013</b>											
01	8.2	12	62	11.6	1.73	12.8	0.12	0.020	1.81	0.052	0.074
02	8.1	13	70	10.9	2.21	18.2	0.11	0.027	1.71	0.047	0.071
03	8.1	7.1	101	10.3	1.68	23.1	0.22	0.026	1.81	0.043	0.086
04	7.9	6.2	79	9.1	1.17	11.5	0.11	0.034	1.32	0.049	0.073
05	7.9	10	49	7.5	1.12	10.6	0.14	0.021	0.99	0.045	0.088
06	7.9	9.3	58	7.6	0.89	13.7	0.12	0.029	1.15	0.056	0.094
07	7.9	9.4	86	7.5	2.11	15.7	0.09	0.021	1.11	0.016	0.061
08	7.8	15	17	7.0	1.55	22.3	0.03	0.052	0.71	0.037	0.065
09	8.0	13	51	8.0	3.51	9.5	0.14	0.040	0.71	0.056	0.107
10	8.0	8.1	73	9.7	1.16	12.4	0.07	0.023	1.08	0.058	0.099
11	8.1	15	55	9.8	0.91	14.6	0.08	0.010	1.40	0.042	0.078
12	8.0	12	53	11.5	1.39	17.1	0.13	0.015	1.37	0.046	0.082
<b>Average for the year</b>	<b>8.00</b>	<b>10.8</b>	<b>62</b>	<b>9.2</b>	<b>1.65</b>	<b>15.1</b>	<b>0.11</b>	<b>0.027</b>	<b>1.26</b>	<b>0.045</b>	<b>0.082</b>
<b>2014</b>											

Month,	pH	Clear- ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phospho- rus comm. mg/dm <sup>3</sup>
<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
02	7.9	--	--	11.4	--	--	0.09	0.018	1.48	0.054	0.076
03	7.8	--	--	9.8	--	--	0.12	0.035	1.47	0.042	0.091
04	7.9	--	--	8.8	--	--	0.15	0.017	1.15	0.023	0.039
05	8.0	--	--	7.5	--	--	0.06	0.025	0.94	0.064	0.118
06	7.9	--	--	7.2	--	--	0.09	0.008	0.91	0.051	0.091
07	8.1	--	--	7.8	--	--	0.10	0.029	0.42	0.032	0.121
08	8.0	--	--	6.6	--	--	0.13	0.007	0.76	0.042	0.119
09	8.0	--	--	8.0	--	--	0.10	0.034	0.79	0.053	0.107
10	7.8	--	--	7.6	--	--	0.04	0.005	0.94	0.057	0.085
11	7.8	--	--	8.5	--	--	0.03	0.023	1.10	0.057	0.089
12	7.9	--	--	10.7	--	--	0.02	0.016	0.97	0.059	0.141
<b>Average for the year</b>	<b>7.9</b>	--	--	<b>8.9</b>	--	--	<b>0.08</b>	<b>0.021</b>	<b>1.03</b>	<b>0.050</b>	<b>0.097</b>
<b>2015</b>											
01	8.1	10	61	11.8	1.54	12.6	0.075	0.017	1.20	0.060	0.098
02	8.0	8	61	10.5	1.03	18.4	0.052	0.021	1.30	0.050	0.087
03	8.1	5	70	10.7	1.31	19.2	0.046	0.023	1.40	0.049	0.087

Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH4-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO2-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO3-N, mg/dm <sup>3</sup>	PO4-P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
04	7.9	5	125	10.3	1.92	17.0	0.061	0.021	1.46	0.041	0.078
05	8.0	8	48	8.5	1.08	20.6	0.012	0.009	1.06	0.030	0.046
06	7.9	10	66	8.35	1.64	21.6	0.008	0.011	0.88	0.048	0.098
07	8.1	10	50	7.9	1.19	24.1	0.003	0.008	0.75	0.026	0.061
08	8.0	16	13	7.2	0.85	17.6	0.021	0.010	0.68	0.010	0.067
09	8.1	13	38	7.3	1.05	19.1	0.063	0.016	0.76	0.036	0.111
10	8.1	15	97	8.2	1.23	19.2	0.099	0.018	0.85	0.056	0.116
11	8.0	10	114	9.3	1.29	22.1	0.022	0.014	1.26	0.056	0.127
12	7.9	9	164	9.9	1.25	17.7	0.05	0.013	1.02	0.050	0.085
Averages for the year	8.0	10	76	9.2	1.28	19.1	0.042	0.015	1.05	0.043	0.089
<b>2016</b>											
April	8.05	9.9	49.5	9.76	1.19	18.0	0.028	0.021	1.35	0.046	0.110
May	7.93	9.9	44.7	8.62	1.53	13.2	0.010	0.016	1.00	0.034	0.113
June	8.02	2.3	226.9	8.15	1.31	15.8	0.043	0.018	1.04	0.033	0.073
July	8.06	12.3	17.0	6.83	0.74	15.3	0.068	0.018	1.00	0.028	0.131
August	7.92	11.9	16.9	7.21	0.95	19.4	0.068	0.017	1.02	0.035	0.114
September	7.89	11.1	35.0	7.86	1.59	18.8	0.101	0.016	0.89	0.037	0.083

Month,	pH	Clear- ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phospho- rus comm. mg/dm <sup>3</sup>
<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	-	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0\ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 \ 0.50</b>	<b>1.0 \ 0.024</b>	<b>10.2 \ 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	-
October	7.83	13.0	23.4	8.47	1.71	18.5	0.100	0.016	0.90	0.038	0.105
November	7.93	7.6	43.8	9.68	1.51	20.6	0.081	0.016	1.13	0.050	0.112
December	7.98	6.6	50.2	11.08	2.04	19.0	0.059	0.012	1.03	0.052	0.116
<i>Average by area</i>	7.96	9.4	56.4	8.63	1.4	17.6	0.062	0.017	1.04	0.039	0.106
<b>2017</b>											
January	7.99	16	4.3	12.50	2.22	18.51	0.093	0.022	1.25	0.048	0.111
February	7.89	4	120.4	11.56	2.21	18.01	0.054	0.025	1.37	0.059	0.099
March	7.92	8	36.3	10.03	1.74	21.34	0.100	0.027	1.42	0.059	0.116
April	7.89	5.1	63.5	11.24	2.04	18.0	0.050	0.021	1.07	0.040	0.103
May	7.84	11.7	41.7	9.43	1.57	21.1	0.100	0.015	0.98	0.045	0.115
June	7.92	8.6	27.3	8.04	1.25	18.6	0.091	0.016	1.08	0.038	0.096
July	7.85	10.9	20.6	7.86	1.69	19.6	0.060	0.024	0.91	0.033	0.127
August	7.86	14.0	8.1	7.20	1.85	-	0.086	0.016	0.84	0.041	0.134
September	7.88	15.6	19.6	7.78	2.27	-	0.068	0.015	1.03	0.023	0.141
October	7.97	8.6	43.1	8.73	2.11	-	0.068	0.010	1.04	0.046	0.112
November	7.91	10.3	30.3	9.57	2.39	-	0.050	0.018	1.40	0.049	0.107
December	7.95	5.1	133.4	10.53	2.30	-	0.090	0.020	1.21	0.046	0.123

Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm. mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
<i>Average by area</i>	7.90	9.8	45.7	9.52	1.97	19.3	0.075	0.019	1.13	0.044	0.115
<b>2018</b>											
January	7.96	8.00	24.43	12.00	2.51	0.00	0.11	0.02	1.29	0.04	0.10
February	7.98	10.43	23.34	10.74	1.84	0.00	0.13	0.02	1.35	0.04	0.11
March	8.03	4.29	74.46	10.87	2.30	0.00	0.11	0.03	1.25	0.04	0.11
April	7.96	3.57	100.30	9.73	3.53	0.00	0.14	0.02	1.10	0.05	0.12
May	7.91	10.43	65.37	8.54	2.32	0.00	0.09	0.02	1.17	0.04	0.13
June	8.13	10.86	29.93	8.37	1.73	0.00	0.07	0.01	1.15	0.04	0.09
July	8.06	0.86	139.84	7.04	2.03	0.00	0.18	0.04	1.17	0.04	0.10
August	7.91	12.14	20.67	6.77	2.24	0.00	0.13	0.04	1.13	0.03	0.09
September	7.97	11.14	37.25	7.60	1.11	0.00	0.11	0.02	0.91	0.03	0.09
October	7.87	12.29	14.60	8.55	2.21	0.00	0.09	0.02	1.04	0.04	0.11
November	7.96	15.29	8.76	9.29	1.97	0.00	0.09	0.01	1.15	0.05	0.11

Month,	pH	Clear- ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH4-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO2-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO3-N, mg/dm <sup>3</sup>	PO4-P, mg/dm <sup>3</sup>	Phospho- rus comm. mg/dm <sup>3</sup>
<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	-	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0\ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 \ 0.50</b>	<b>1.0 \ 0.024</b>	<b>10.2 \ 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	-
December	7.90	16.71	11.59	11.14	1.98	0.00	0.07	0.02	1.15	0.05	0.14
<i>Average by area</i>	7.97	9.67	45.88	9.22	2.15	0.00	0.11	0.02	1.16	0.04	0.11
<b>2019</b>											
January	7.86	8.44	20.33	12.00	1.63	14.13	0.13	0.02	1.24	0.04	0.12
February	7.94	8.43	48.44	11.29	2.29	20.30	0.10	0.03	1.25	0.03	0.10
March	7.88	14.00	19.41	10.68	2.36	21.69	0.09	0.03	1.33	0.04	0.11
April	8.02	11.71	17.28	9.50	2.15	20.16	0.11	0.02	1.45	0.05	0.14
May	7.85	9.71	37.60	9.08	1.98	20.69	0.13	0.02	1.08	0.04	0.10
June	7.89	5.86	55.00	7.41	3.21	18.57	0.20	0.02	0.75	0.04	0.11
July	7.87	8.57	61.34	6.74	2.54	18.99	0.12	0.02	0.76	0.05	0.11
August	7.98	15.71	22.31	7.36	2.15	18.57	0.14	0.02	0.75	0.03	0.10
September	7.93	12.86	11.99	9.08	2.39	17.69	0.14	0.01	0.84	0.02	0.09
October	7.90	16.29	9.96	8.54	1.72	19.40	0.11	0.01	1.00	0.05	0.11

Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH4-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO2-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO3-N, mg/dm <sup>3</sup>	PO4-P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm, mg/dm <sup>3</sup>
<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	<b>-</b>	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0\ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 \ 0.50</b>	<b>1.0 \ 0.024</b>	<b>10.2 \ 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	<b>-</b>
November	7.91	18.86	12.59	9.24	1.34	16.00	0.12	0.01	1.16	0.04	0.09
December	7.84	11.29	30.43	9.72	2.45	16.04	0.09	0.02	1.10	0.04	0.11
<i>Average by area</i>	7.91	11.81	28.89	9.22	2.18	18.52	0.12	0.02	1.06	0.04	0.11
<b>Mid-year (from the lines "average by area")</b>											
2011	8.0	11.4	57.5	9.14	1.65	18.3	0.068	0.022	1.35	0.039	0.113
2012	7.9	15.0	67.3	9.3	1.62	18.8	0.15	0.031	1.22	0.036	0.098
2013	8.00	10.8	62	9.2	1.65	15.1	0.11	0.027	1.26	0.045	0.082
2014	7.9	--	--	8.9	--	--	0.08	0.021	1.03	0.050	0.097
2015	8.0	10	76	9.2	1.28	19.1	0.042	0.015	1.05	0.043	0.089
2016	7.96	9.4	56.4	8.63	1.4	17.6	0.062	0.017	1.04	0.039	0.106
2017	7.90	9.8	45.7	9.52	1.97	19.3	0.075	0.019	1.13	0.044	0.115
2018	7.97	9.67	45.88	9.22	2.15	0.00	0.11	0.02	1.16	0.04	0.11
2019	7.91	11.81	28.89	9.22	2.18	18.52	0.12	0.02	1.06	0.04	0.11

Month,	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm. mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
Averages for 2011-2019	7.95	10.99	54.96	9.15	1.74	15.84	0.09	0.02	1.14	0.04	0.10

Table 2 – Generalized results of studies of hydrochemical tropho-saprobic indicators of the state of the Ukrainian part of the river Danube in 2011-2019 in separate works

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clear-ness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
<b>R01</b>	<b>river Danube 71 miles, above Reni</b>											
2011	Average	8.0	11	68	9.3	1.58	22.5	0.07	0.023	1.39	0.040	0.100
	min.	7.8	3	26.3	6.36	0.83	15.5	0.02	0.015	0.8	0.022	0.01
	max.	8.15	13	250	11.7	2.65	32.1	0.16	0.048	2.1	0.071	0.189
2012	Average	7.9	15.0	65.0	9.4	1.9	20.4	0.16	0.039	1.22	0.060	0.088
	min.	7.6	7	0.9	7.2	1.2	12.1	0.06	0.01	0.63	0.011	0.045



PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
	max.	8.1	19.5	189	12	3.42	26.8	0.36	0.18	2.11	0.37	0.136
2013	Average	7.9	11	60	9.2	2.01	16.5	0.11	0.022	1.31	0.043	0.072
	min.	7.5	6	14	6.4	1	9.48	0.05	0.012	0.68	0.014	0.044
	max.	8.2	16	480	11.6	3.64	28.2	0.18	0.039	2.19	0.073	0.098
2014	Average	8.0	10	63	9.4	1.38	14.2	0.09	0.024	1.05	0.050	0.094
	min.	7.75	2	23.5	7.28	0.8	11.5	0.03	0.014	0.41	0.034	0
	max.	8.1	18	220	12.6	1.88	17.9	0.17	0.05	1.8	0.073	0.148
2015	Average	8.0	10	68	9.3	1.51	19.9	0.038	0.014	1.06	0.043	0.087
	min.	7.8	5	11	7.1	0.92	12.8	0	0.005	0.69	0.005	0.038
	max.	8.2	15	122	11.8	2.36	28.1	0.13	0.019	1.69	0.07	0.18
2016	Average	7.93	9.8	49.0	8.71	1.5	17.3	0.058	0.017	1.09	0.040	0.106

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	<b>-</b>	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0/ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 / 0.50</b>	<b>1.0 / 0.024</b>	<b>10.2 / 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	<b>-</b>
	min.	7.80	3.00	8.75	6.69	1.01	13.00	0.02	0.01	0.82	0.03	0.07
	max.	8.10	14.00	212.00	10.80	1.93	20.70	0.12	0.02	1.32	0.05	0.13
2017	Average	7.92	9.7	49.2	9.62	2.0	18.9	0.083	0.020	1.18	0.046	0.105
	min.	7.75	3.00	7.75	7.07	1.25	15.40	0.04	0.01	0.89	0.03	0.08
	max.	8.05	15.00	178.00	12.70	2.88	22.10	0.12	0.03	1.31	0.08	0.13
2018	Average	7.96	9.83	30.88	9.49	2.33	0.00	0.13	0.02	1.17	0.04	0.10
	min.	7.80	1.00	8.75	6.94	1.55	0.00	0.08	0.01	0.92	0.03	0.07
	max.	8.10	16.00	73.50	12.30	3.80	0.00	0.25	0.03	1.51	0.06	0.12
2019	Average	7.89	12.73	28.37	8.91	2.17	18.37	0.11	0.02	1.03	0.04	0.10
	min.	7.80	6.00	11.80	6.82	1.30	16.00	0.03	0.01	0.56	0.02	0.08
	max.	8.05	18.00	61.50	10.80	3.06	21.90	0.17	0.04	1.57	0.05	0.14

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
2011-2019	Average	7.94	11.03	53.62	9.23	1.82	16.45	0.09	0.02	1.16	0.04	0.09
	min.	7.5	1	0.9	6.36	0.8	0	0	0.005	0.41	0.005	0
	max.	8.2	19.5	480	12.7	3.8	32.1	0.36	0.18	2.19	0.37	0.189
R03	arm Kiliya 115 km, below the hands. Tulchynskiyi											
2011	Average	8.1	11.3	56.7	9.34	1.79	18.9	0.06	0.02	1.27	0.040	0.100
	min.	7.85	9	17.3	5.9	0.61	11.6	0.02	0.012	0.39	0.013	0.045
	max.	8.3	16.5	103	11.8	3.28	29.6	0.12	0.05	2.16	0.059	0.202
2012	Average	7.98	15.3	69.5	9.3	1.6	18.1	0.14	0.045	1.23	0.068	0.098
	min.	7.8	7	16.9	7.2	0.8	12.2	0.06	0.015	0.63	0.008	0.061
	max.	8.3	20.5	196	12.1	2.97	26.9	0.38	0.2	2.13	0.4	0.175
2013	Average	8.0	10	65	9.0	1.62	15.4	0.13	0.026	1.13	0.047	0.084

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	-	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0/ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 / 0.50</b>	<b>1.0 / 0.024</b>	<b>10.2 / 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	-
	min.	7.6	6	15	7.3	0.53	9.48	0.04	0.01	0.51	0.015	0.058
	max.	8.3	15	107	11.9	3.89	26	0.28	0.04	2	0.075	0.113
2014	Average	7.9	10	62	9.3	1.36	14.5	0.08	0.026	0.95	0.052	0.094
	min.	7.7	2	20.8	6.32	0.34	10.2	0.02	0.013	0.41	0.029	0.058
	max.	8.1	16	192	12.9	2.19	18.7	0.15	0.052	1.8	0.081	0.145
2015	Average	8.0	9	152	9.1	1.14	17.1	0.035	0.015	1.05	0.040	0.079
	min.	7.9	4	10	7.2	0.72	10.1	0	0.005	0.53	0.011	0.045
	max.	8.2	15	321	11	2.12	22.6	0.1	0.025	1.62	0.056	0.106
2016	Average	7.98	9.6	41.8	8.68	1.5	17.2	0.070	0.017	1.10	0.042	0.113
	min.	7.90	3.00	12.00	6.78	0.69	13.00	0.02	0.01	0.88	0.03	0.08

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
2017	max.	8.10	13.00	126.00	11.50	2.54	19.60	0.12	0.02	1.48	0.05	0.17
	Average	7.93	9.4	42.2	9.49	1.8	19.6	0.081	0.021	1.11	0.046	0.126
	min.	7.80	4.00	6.25	6.75	0.93	17.30	0.04	0.01	0.84	0.03	0.10
2018	max.	8.00	15.00	144.00	12.40	2.57	21.70	0.12	0.03	1.34	0.07	0.21
	Average	7.95	9.38	34.23	9.24	2.17	0.00	0.13	0.02	1.10	0.04	0.11
	min.	7.80	0.50	8.75	6.94	0.93	0.00	0.08	0.02	0.90	0.02	0.08
2019	max.	8.20	17.00	77.80	11.70	3.80	0.00	0.30	0.03	1.38	0.06	0.15
	Average	7.92	12.27	30.15	8.77	2.15	17.65	0.10	0.02	1.04	0.04	0.11
	min.	7.80	6.00	8.25	6.65	0.98	14.60	0.03	0.01	0.72	0.02	0.09
	max.	8.05	19.00	77.30	11.10	2.88	20.60	0.20	0.03	1.45	0.05	0.13

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
2011-2019	Average	7.98	10.71	61.61	9.11	1.68	15.38	0.09	0.02	1.11	0.05	0.10
	min.	7.6	0.5	6.25	5.9	0.34	0	0	0.005	0.39	0.008	0.045
	max.	8.3	20.5	321	12.9	3.89	29.6	0.38	0.2	2.16	0.4	0.21
R06	arm Kiliya 89 km, 1 km below Izmail											
2011	Average	8.0	15.7	50.4	8.6	1.96	18.0	0.07	0.020	1.41	0.040	0.120
	min.	7.6	9	15.1	6.71	1.21	11.6	0.02	0.013	0.69	0.017	0.059
	max.	8.25	16.5	112	11.7	3.17	25.3	0.15	0.039	2.13	0.055	0.21
2012	Average	8.0	15.3	69.5	9.3	1.6	18.1	0.14	0.045	1.23	0.068	0.098
	min.	7.8	7	5.8	7.3	0.71	11	0.06	0.02	0.04	0.009	0.059
	max.	8.4	20.5	149	12.4	3.34	25.3	0.27	1.22	2.11	0.12	1.22
2013	Average	8.1	11	55	9.1	1.50	14.9	0.12	0.027	1.41	0.044	0.077

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	-	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0/ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 / 0.50</b>	<b>1.0 / 0.024</b>	<b>10.2 / 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	-
	min.	7.8	6	12	5.9	0.56	5.42	0.01	0.006	0.75	0.007	0.037
	max.	8.4	14	86	11.6	3.61	25.1	0.27	0.049	2.36	0.06	0.127
2014	Average	7.9	10	63	9.2	1.25	13.3	0.09	0.026	1.07	0.051	0.097
	min.	7.8	6	18.5	6.56	0.78	10.5	0.03	0.01	0.52	0.036	0.059
	max.	8.1	18	128	12.9	1.79	16.6	0.21	0.052	1.97	0.064	0.141
2015	Average	8.0	9	89	9.2	1.37	19.3	0.035	0.014	0.96	0.042	0.087
	min.	7.9	5	8	7.1	0.78	13.7	0	0.005	0.56	0.008	0.047
	max.	8.1	15	303	12.6	2.15	23.5	0.07	0.024	1.27	0.062	0.13
2016	Average	7.98	9.3	51.4	8.58	1.4	17.7	0.064	0.016	1.07	0.038	0.105
	min.	7.80	2.00	10.80	6.69	0.69	14.00	0.03	0.01	0.94	0.03	0.07
	max.	8.10	13.00	172.00	11.50	2.54	21.70	0.12	0.02	1.33	0.05	0.15

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
2017	Average	7.90	10.0	36.8	9.47	1.9	19.6	0.080	0.021	1.12	0.046	0.121
	min.	7.75	3.00	3.00	6.75	0.96	16.90	0.04	0.01	0.83	0.03	0.10
	max.	8.00	16.00	97.20	12.40	2.54	23.10	0.13	0.04	1.60	0.06	0.16
2018	Average	8.04	9.54	38.19	9.06	1.89	0.00	0.11	0.02	1.17	0.04	0.11
	min.	7.85	0.50	9.25	6.63	0.62	0.00	0.05	0.02	0.85	0.02	0.08
	max.	8.90	17.00	107.00	12.30	3.17	0.00	0.16	0.03	1.39	0.06	0.18
2019	Average	7.90	12.00	31.06	8.76	2.23	18.59	0.10	0.02	1.03	0.04	0.10
	min.	7.75	5.00	5.50	6.82	1.30	16.00	0.05	0.01	0.69	0.02	0.07
	max.	8.10	18.00	78.50	11.10	3.82	21.80	0.21	0.03	1.28	0.05	0.14
2011-2019	<b>Average</b>	7.98	11.33	53.93	9.00	1.67	15.5	0.09	0.02	1.16	0.05	0.10
	min.	7.6	0.5	3	5.9	0.56	0	0	0.005	0.04	0.007	0.037



PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
	max.	8.9	20.5	303	12.9	3.82	25.3	0.27	1.22	2.36	0.12	1.22
<b>R07</b>	<b>arm Kiliya 49 km, 4 km above Kiliya</b>											
2011	Average	8.0	16	56.2	9.05	1.63	18.1	0.08	0.023	1.31	0.040	0.110
	min.	7.85	9	17	5.95	0.7	7.49	0.01	0.017	0.32	0.019	0.064
	max.	8.35	18	107	11.6	3.33	32	0.21	0.035	2.18	0.087	0.19
2012	Average	8.0	15.1	74.9	9.3	1.5	19.2	0.14	0.032	1.08	0.035	0.097
	min.	7.7	7	23	6.5	0.45	14.1	0.06	0.015	0.49	0.017	0.048
	max.	8.4	20	204	12.2	3.25	26.7	0.26	0.06	1.78	0.081	0.194
2013	Average	7.9	12	66	9.3	1.55	15.7	0.13	0.029	1.40	0.048	0.078
	min.	7.8	7	17	6.9	0.52	8.67	0.02	0.011	0.59	0.017	0.054
	max.	8.1	17	131	11.6	2.91	26.4	0.28	0.078	1.91	0.072	0.103

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	<b>-</b>	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0/ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 / 0.50</b>	<b>1.0 / 0.024</b>	<b>10.2 / 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	<b>-</b>
2014	Average	7.9	11	77	9.1	1.44	14.3	0.09	0.028	0.92	0.054	0.107
	min.	7.7	6	10	6.32	1	10.2	0.03	0.009	0.52	0.033	0.073
	max.	8.05	17	148	12.7	1.97	19.2	0.16	0.063	1.84	0.07	0.152
2015	Average	8.0	11	63	9.2	1.34	17.6	0.048	0.016	1.07	0.044	0.092
	min.	7.8	5	16	7.2	0.46	11	0	0.007	0.75	0.011	0.041
	max.	8.2	17	120	11.3	2.77	22.6	0.13	0.026	1.49	0.061	0.16
2016	Average	7.99	9.6	51.0	8.78	1.4	18.0	0.068	0.017	1.01	0.041	0.114
	min.	7.85	2.00	12.80	7.00	0.69	14.10	0.02	0.01	0.75	0.02	0.08
	max.	8.15	14.00	190.00	10.80	2.25	20.60	0.13	0.02	1.32	0.07	0.19
2017	Average	7.91	10.1	45.1	9.64	2.1	18.4	0.073	0.020	1.13	0.045	0.122
	min.	7.75	5.00	2.50	7.07	0.96	16.70	0.05	0.01	0.87	0.03	0.10
	max.	8.10	16.00	156.00	13.10	2.89	21.70	0.10	0.03	1.56	0.07	0.16

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
2018	Average	7.95	10.42	33.39	9.04	2.21	0.00	0.09	0.02	1.16	0.04	0.10
	min.	7.80	1.00	7.25	6.31	1.24	0.00	0.06	0.01	0.84	0.02	0.08
	max.	8.15	18.00	80.80	11.70	2.97	0.00	0.13	0.04	1.36	0.06	0.13
2019	Average	7.92	12.64	23.82	9.12	2.26	18.94	0.11	0.02	1.04	0.04	0.10
	min.	7.75	7.00	8.25	6.65	1.30	14.90	0.05	0.01	0.68	0.02	0.06
	max.	8.10	19.00	45.30	12.00	3.98	22.60	0.19	0.03	1.51	0.05	0.13
2011-2019	<b>Average</b>	7.95	11.99	54.61	9.14	1.71	15.58	0.09	0.02	1.12	0.04	0.10
	min.	7.7	1	2.5	5.95	0.45	0	0	0.007	0.32	0.011	0.041
	max.	8.4	20	204	13.1	3.98	32	0.28	0.078	2.18	0.087	0.194
<b>R08</b>	<b>arm Kiliya 39 km, 6 km below Kiliya</b>											
2011	Average	8.0	11.5	57.5	9.03	1.54	15.4	0.071	0.024	1.36	0.040	0.108
	min.	7.85	9	6.8	6.18	0.7	8.4	0.015	0.015	0.41	0.018	0.066
	max.	8.5	18	219	11.5	2.84	26.8	0.2	0.048	2.18	0.073	0.192
2012	Average	8.0	14.8	66.1	9.5	1.7	19.1	0.15	0.033	1.11	0.037	0.106
	min.	7.7	7	18.9	6.5	0.61	15.2	0.06	0.016	0.56	0.015	0.065
	max.	8.5	19.5	144	12.1	3.17	26.7	0.32	0.059	2.14	0.074	0.178

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
2013	Average	8.0	11	62	9.3	1.71	15.2	0.11	0.029	1.22	0.043	0.079
	min.	7.7	6	18	7.2	1.09	8.67	0.01	0.009	0.52	0.025	0.061
	max.	8.2	16	101	12	3.06	23.7	0.22	0.078	1.9	0.063	0.109
2014	Average	7.9	9.8	76	9.2	1.41	13.1	0.10	0.027	0.86	0.051	0.101
	min.	7.85	5	16.2	6.56	1.08	12.5	0.03	0.011	0.43	0.031	0.062
	max.	8.05	18	140	13	1.93	17	0.2	0.061	1.79	0.065	0.142
2015	Average	8.0	10	63	9.1	1.17	18.7	0.058	0.015	1.18	0.042	0.086
	min.	7.9	4	16	7.2	0.46	13.7	0	0.006	0.82	0.008	0.05
	max.	8.2	16	120	11.8	1.99	24	0.2	0.027	1.95	0.055	0.128
2016	Average	7.97	9.1	71.6	8.62	1.3	18.0	0.062	0.017	1.00	0.041	0.115
	min.	7.85	2.00	13.20	6.94	0.69	12.00	0.02	0.01	0.72	0.03	0.09
	max.	8.15	13.00	320.00	10.80	2.22	21.20	0.12	0.03	1.31	0.06	0.15
2017	Average	7.91	9.4	44.7	9.46	2.0	19.9	0.070	0.019	1.15	0.046	0.115
	min.	7.75	4.00	5.00	7.07	1.26	17.20	0.05	0.01	0.74	0.02	0.09
	max.	8.10	17.00	120.00	12.70	2.57	22.50	0.10	0.03	1.80	0.07	0.13
2018	Average	7.94	9.17	42.55	9.19	2.12	0.00	0.09	0.02	1.15	0.04	0.11

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH4-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO2-N, mg/dm <sup>3</sup>	NO3-N, mg/dm <sup>3</sup>	PO4-P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
	min.	7.75	1.00	6.25	6.63	1.24	0.00	0.06	0.01	0.95	0.03	0.08
	max.	8.10	16.00	130.00	11.70	3.80	0.00	0.13	0.04	1.26	0.05	0.17
2019	Average	7.90	11.82	27.54	9.05	2.23	19.68	0.13	0.02	1.09	0.04	0.10
	min.	7.75	6.00	5.75	6.49	1.61	14.90	0.08	0.01	0.73	0.02	0.08
	max.	8.10	19.00	51.50	11.40	3.37	22.80	0.21	0.03	1.58	0.05	0.13
2011-2019	Average	7.96	10.75	57.03	9.14	1.68	15.45	0.09	0.02	1.12	0.04	0.10
	min.	7.7	1	5	6.18	0.46	0	0	0.006	0.41	0.008	0.05
	max.	8.5	19.5	320	13	3.8	26.8	0.32	0.078	2.18	0.074	0.192
R09	arm Kiliya 32 km, 13 km below Kiliya											
2011	Average	8.0	11.2	43.3	8.9	1.71	15.6	0.075	0.023	1.30	0.041	0.113
	min.	7.85	9	11	5.5	0.75	9.88	0.03	0.015	0.49	0.018	0.062
	max.	8.25	14	92.3	11.2	3.02	26.8	0.2	0.05	2.06	0.09	0.186
2012	Average	8.0	15.2	64.6	9.4	1.48	19.2	0.14	0.032	1.16	0.035	0.098
	min.	7.7	7	20.1	6.9	0.38	14.3	0.04	0.014	0.53	0.018	0.061
	max.	8.3	20.5	128	12.2	2.95	28.5	0.36	0.059	2.23	0.065	0.18
2013	Average	8.0	11	58	9.3	1.87	15.0	0.12	0.030	1.02	0.043	0.083

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	<b>-</b>	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0/ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 / 0.50</b>	<b>1.0 / 0.024</b>	<b>10.2 / 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	<b>-</b>
	min.	7.8	6	19	6.7	0.25	8.53	0.01	0.011	0.53	0.015	0.048
	max.	8.2	16	110	12.2	4.14	31	0.22	0.088	1.7	0.07	0.131
2014	Average	7.9	10	75	9.2	1.23	14.2	0.09	0.027	1.00	0.051	0.100
	min.	7.75	5	21.2	6.32	0.54	9.7	0.03	0.011	0.48	0.03	0.069
	max.	8.1	17	150	12.7	1.68	18.8	0.21	0.065	1.78	0.07	0.151
2015	Average	8.0	10	62	9.0	1.18	19.3	0.051	0.016	1.09	0.042	0.090
	min.	7.9	5	17	6.6	0.47	13.7	0	0.008	0.75	0.01	0.047
	max.	8.2	16	103	11.6	2.77	27.8	0.13	0.027	1.65	0.058	0.122
2016	Average	7.97	9.1	63.3	8.68	1.4	17.6	0.058	0.017	1.03	0.042	0.106
	min.	7.85	2.00	18.50	6.69	0.69	13.00	0.01	0.01	0.85	0.03	0.07
	max.	8.15	13.00	312.00	11.20	1.91	21.70	0.12	0.03	1.28	0.06	0.12
2017	Average	7.93	9.8	52.4	9.42	2.0	19.2	0.075	0.017	1.17	0.043	0.114
	min.	7.80	4.00	0.50	7.07	1.11	17.20	0.05	0.01	0.60	0.02	0.09
	max.	8.10	18.00	206.00	12.10	2.54	21.90	0.10	0.03	2.27	0.07	0.14
2018	Average	7.95	9.33	48.32	9.25	2.13	0.00	0.11	0.02	1.16	0.04	0.11
	min.	7.80	1.00	6.75	6.94	0.93	0.00	0.06	0.01	0.98	0.03	0.08
	max.	8.15	16.00	155.00	12.30	4.12	0.00	0.18	0.04	1.35	0.05	0.14

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
2019	Average	7.95	11.45	31.94	9.04	2.36	19.88	0.12	0.02	1.02	0.04	0.11
	min.	7.80	5.00	8.75	7.14	0.98	14.90	0.08	0.01	0.53	0.03	0.08
	max.	8.20	19.00	78.80	11.20	4.15	22.80	0.22	0.03	1.49	0.05	0.13
2011-2019	<b>Average</b>	7.97	10.81	55.64	9.10	1.70	15.55	0.09	0.02	1.10	0.04	0.10
	min.	7.7	1	0.5	5.5	0.25	0	0	0.008	0.48	0.01	0.047
	max.	8.3	20.5	312	12.7	4.15	31	0.36	0.088	2.27	0.09	0.186
<b>R10</b>	<b>arm Kiliya 21 km, 1 km above Vylkove</b>											
2011	Average	8.0	17.7	45.4	9.2	1.72	16.3	0.07	0.021	1.38	0.039	0.124
	min.	7.75	9	14	6.26	0.54	9.36	0.01	0.012	0.6	0.016	0.058
	max.	8.23	17	117	11.7	3.41	26.1	0.2	0.041	2.18	0.069	0.19
2012	Average	8.0	14.9	68.7	9.3	1.56	18.3	0.14	0.034	1.23	0.038	0.104
	min.	7.7	7	5.5	6.5	0.85	12.5	0.06	0.018	0.57	0.022	0.075
	max.	8.2	21	155	12.1	2.77	25.7	0.31	0.062	2.14	0.064	0.174
2013	Average	8.0	11	63	9.0	1.42	13.2	0.11	0.027	1.15	0.046	0.085

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	<b>MPC k.pb./ MPC r.g.</b>	<b>6.5 – 8.5</b>	-	<b>+0.25 / 25</b>	<b>4.0/ 6.0</b>	<b>2.26-4.5/ 3.0</b>	<b>15-30 / 50</b>	<b>2.0 / 0.50</b>	<b>1.0 / 0.024</b>	<b>10.2 / 9.1</b>	<b>1.17 / 0.70</b>	-
	min.	7.8	7	17	7.1	0.47	6.5	0.01	0.012	0.65	0.018	0.049
	max.	8.2	17	104	11.2	3.99	27.3	0.17	0.052	1.72	0.063	0.111
2014	Average	7.9	10	74	9.1	1.16	13.6	0.09	0.030	0.81	0.055	0.109
	min.	7.7	5	28.8	6.32	0.24	10.2	0.03	0.005	0.54	0.026	0.065
	max.	8.1	16	175	12.3	2.06	17.9	0.14	0.08	1.25	0.07	0.21
2015	Average	8.0	10	59	9.2	1.24	20.2	0.048	0.016	1.05	0.044	0.094
	min.	7.9	6	16	6.9	0.47	14.6	0	0.006	0.73	0.01	0.052
	max.	8.2	17	108	12.2	2.39	26.8	0.12	0.028	1.63	0.06	0.132
2016	Average	7.97	9.2	66.3	8.53	1.2	17.6	0.068	0.018	1.03	0.044	0.117
	min.	7.85	2.00	10.80	6.69	0.46	13.00	0.01	0.01	0.81	0.03	0.07
	max.	8.15	13.00	256.00	10.80	1.90	20.70	0.13	0.03	1.42	0.06	0.14
2017	Average	7.92	10.2	49.5	9.38	2.0	19.5	0.081	0.018	1.11	0.047	0.114



PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
	min.	7.80	5.00	5.00	6.59	0.83	16.40	0.05	0.01	0.82	0.02	0.10
	max.	8.05	16.00	170.00	11.20	2.89	22.80	0.12	0.03	1.42	0.07	0.14
2018	Average	7.98	10.00	93.59	9.29	2.19	0.00	0.09	0.02	1.16	0.04	0.11
	min.	7.80	1.00	6.25	6.94	1.27	0.00	0.06	0.01	0.93	0.02	0.09
	max.	8.15	17.00	670.00	12.30	3.80	0.00	0.13	0.04	1.32	0.05	0.14
2019	Average	7.94	11.91	34.80	8.91	2.24	19.30	0.14	0.02	1.07	0.04	0.11
	min.	7.75	6.00	6.75	6.49	1.30	14.00	0.07	0.01	0.76	0.03	0.10
	max.	8.15	20.00	98.30	11.70	2.83	23.80	0.23	0.03	1.38	0.05	0.13
<b>2011-2019</b>	<b>Average</b>	7.97	11.68	62.18	9.07	1.63	15.33	0.09	0.02	1.11	0.04	0.11
	min.	7.7	1	5	6.26	0.24	0	0	0.005	0.54	0.01	0.049
	max.	8.23	21	670	12.3	3.99	27.3	0.31	0.08	2.18	0.07	0.21
<b>R13/9</b>	<b>arm Bystre 9 km</b>											

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
2011	Average											
	min.											
	max.											
2012	Average	7.9	--	--	9.0	--	--	0.14	0.031	1.25	0.034	0.102
	min.	7.7	0	0	6.9	0	0	0.06	0.015	0.38	0.007	0.064
	max.	8.2	0	0	11.3	0	0	0.29	0.075	2.26	0.054	0.165
2013	Average	7.9	--	--	9.3	--	--	0.09	0.029	1.29	0.045	0.090
	min.	7.6	0	0	6.8	0	0	0.01	0.011	0.7	0.021	0.048
	max.	8.2	0	0	12.1	0	0	0.19	0.072	1.83	0.074	0.161
2014	Average	7.9	--	--	8.9	--	--	0.08	0.021	1.03	0.050	0.097
	min.	7.8	0	0	6.6	0	0	0.02	0.005	0.42	0.023	0.039
	max.	8.1	0	0	12.6	0	0	0.15	0.035	1.48	0.065	0.141

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
2015	Average	8.0	--	--	8.9	--	--	0.043	0.014	1.17	0.042	0.091
	min.	7.8	0	0	6.6	0	0	0	0.005	0.75	0.009	0.029
	max.	8.2	0	0	11.6	0	0	0.1	0.026	1.84	0.064	0.131
2016	Average	7.86	-	-	8.55	-	-	0.058	0.016	1.12	0.035	0.094
	min.	7.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.31	0.01	0.03
	max.	8.20	0.00	0.00	11.16	0.00	0.00	0.10	0.03	1.67	0.06	0.14
2017	Average	7.86	-	-	9.62	-	-	0.068	0.017	1.04	0.037	0.110
	min.	7.80	0.00	0.00	7.96	0.00	0.00	0.02	0.01	0.82	0.01	0.05
	max.	7.95	0.00	0.00	11.50	0.00	0.00	0.11	0.04	1.65	0.06	0.18
2018	Average	6.66	0.00	0.00	9.30	0.00	0.00	0.13	0.02	1.11	0.04	0.10
	min.	7.80	0.00	0.00	6.63	0.00	0.00	0.07	0.01	0.92	0.02	0.07
	max.	8.15	0.00	0.00	11.68	0.00	0.00	0.26	0.10	1.53	0.05	0.16
2019	Average	7.17	0.00	0.00	9.10	0.00	0.00	0.15	0.02	1.05	0.04	0.11

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
	min.	7.80	0.00	0.00	6.82	0.00	0.00	0.10	0.01	0.71	0.03	0.08
	max.	8.05	0.00	0.00	11.40	0.00	0.00	0.28	0.04	1.51	0.05	0.15
	<b>Average</b>	6.87	0.00	0.00	8.05	0.00	0.00	0.08	0.02	1.01	0.04	0.09
<b>2011-2019</b>	min.	7	0	0	6.6	0	0	0	0.005	0.31	0.007	0.029
	max.	8.2	0	0	12.6	0	0	0.29	0.1	2.26	0.074	0.18
<b>R13/1</b>	<b>arm Bystre 1 km</b>											
	Average	8.02	11.92	0.00	9.21	0.00	0.00	0.05	0.02	1.30	0.04	0.11
2011	min.	7.75	9	0	6.99	0	0	0.04	0.011	0.85	0.019	0.051
	max.	8.25	18	0	11.9	0	0	0.1	0.039	2.13	0.079	0.192
	Average min. max.	7.9	--	--	8.8	--	--	0.11	0.032	1.06	0.034	0.097
2012	min.	7.5	0	0	6.9	0	0	0.04	0.014	0.3	0.007	0.056
	max.	8.2	0	0	11.1	0	0	0.22	0.082	2.26	0.055	0.141

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
2013	Average	8.0	--	--	10.4	--	--	0.11	0.027	1.30	0.05	0.091
	min.	7.6	0	0	6.1	0	0	0	0.011	0.66	0.022	0.055
	max.	8.1	0	0	12.1	0	0	0.26	0.066	1.89	0.085	0.157
2014	Average	7.9	--	--	9.2	--	--	0.09	0.019	1.02	0.05	0.100
	min.	7.8	0	0	6.8	0	0	0.02	0.005	0.42	0.019	0.035
	max.	8.1	0	0	12.6	0	0	0.14	0.039	1.57	0.07	0.147
2015	Average	8.0	--	--	9.0	--	--	0.040	0.015	1.01	0.039	0.088
	min.	7.8	0	0	6.4	0	0	0	0.005	0.56	0.008	0.027
	max.	8.2	0	0	12	0	0	0.12	0.028	1.8	0.061	0.119
2016	Average	7.97	-	-	8.50	-	-	0.052	0.016	0.92	0.032	0.087
	min.	7.80	0.00	0.00	6.69	0.00	0.00	0.02	0.01	0.51	0.01	0.01
	max.	8.20	0.00	0.00	11.16	0.00	0.00	0.11	0.03	1.31	0.06	0.14

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values, months of measurements	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/ dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0/ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 / 0.50	1.0 / 0.024	10.2 / 9.1	1.17 / 0.70	-
2017	Average	7.86	-	-	9.57	-	-	0.067	0.019	1.17	0.039	0.111
	min.	7.80	0.00	0.00	8.30	0.00	0.00	0.02	0.01	0.78	0.01	0.05
	max.	7.95	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.11	0.03	1.70	0.06	0.17
2018	Average	6.65	0.00	0.00	9.12	0.00	0.00	0.12	0.02	1.04	0.04	0.11
	min.	7.80	0.00	0.00	6.83	0.00	0.00	0.06	0.01	0.89	0.02	0.07
	max.	8.15	0.00	0.00	11.99	0.00	0.00	0.26	0.07	1.56	0.06	0.14
2019	Average	7.17	0.00	0.00	9.04	0.00	0.00	0.15	0.02	1.04	0.04	0.11
	min.	7.80	0.00	0.00	6.82	0.00	0.00	0.09	0.01	0.56	0.02	0.07
	max.	8.00	0.00	0.00	11.10	0.00	0.00	0.27	0.03	1.38	0.06	0.16
2011-2019	<b>Average</b>	6.89	0.00	0.00	8.15	0.00	0.00	0.08	0.02	0.95	0.04	0.09
	min.	7.5	0	0	6.1	0	0	0	0.005	0.3	0.007	0.01
	max.	8.25	18	0	12.6	0	0	0.27	0.082	2.26	0.085	0.192



Month,	pH	Clearness, cm	Suspended substances, mg/dm <sup>3</sup>	dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	BOC-5, mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>	COC, mgO/dm <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> -N, mg/dm <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> -P, mg/dm <sup>3</sup>	Phosphorus comm., mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	6.5 – 8.5	-	+0.25 / 25	4.0\ 6.0	2.26-4.5/ 3.0	15-30 / 50	2.0 \ 0.50	1.0 \ 0.024	10.2 \ 9.1	1.17 / 0.70	-
<b>2019</b>											
<b>2011-2019</b>											
<b>Mid-year</b> (from the lines "average by area")											
2017	7.90	9.8	45.7	9.52	1.97	19.3	0.075	0.019	1.13	0.044	0.115
2018											
2019											
<b>Averages for 2011-2019</b>											



**Table 4 - Generalized average annual results of studies of hydrochemical salt indicators of the state of the Ukrainian part of the river Danube**

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>R01</b>	<b>river Danube 71 miles, above Reni</b>										
2011	Average	390	34.6	55.5	196	48.6	19.5	33.2	2.5	4.03	3.23
	min.	355	30.3	45.9	186.5	44.2	15.7	23.3	0.96	3.5	3.08
	max.	430	40	66.8	223	59.8	22.9	49.2	274	4.37	3.65
2012	Average	397	35	56	200	50.5	17.7	36.8	2.2	4.0	3.3
	min.	377	27	52	195	40.2	14.1	26.2	0.97	3.2	3.2
	max.	424	41	64	211	57.7	20.2	48.5	3.39	4.5	3.6
2013	Average	364	30.3	46.4	191	47.8	17.1	28.9	2.15	3.79	3.13
	min.	335	23.5	38.6	164	35.8	13.9	20.8	1.29	3.05	2.69
	max.	412	34.7	48.3	235	52.2	20.3	40.5	2.76	4.16	3.85
2014	Average	362	33.4	50.8	183	50.4	16.0	27.9	2.92	3.83	2.99
	min.	310	20	38.4	164	42.4	12.3	18.2	1.27	3.16	2.69
	max.	414	37.9	57.6	212	59	20.1	37.2	3.84	4.47	3.48
2015	Average	380	34.8	54.4	189	53.8	17.2	27.8	2.84	4.10	3.10
	min.	333	26.4	43.2	162	43.2	14.1	13	1.4	3.32	2.66
	max.	442	44.6	63.4	227	61.4	20.3	39.2	4.65	4.57	3.73
2016	Average	343	31.6	42.4	172.2	51.5	12.1	25.5	2.5	3.6	2.8
	min.	0.00	26.60	39.00	159.00	41.60	9.61	18.20	1.81	3.22	2.61
	max.	0.00	37.10	53.60	189.00	57.90	14.50	32.20	3.24	4.02	3.10
2017	Average	337	33.0	37.1	179.5	52.2	12.8	24.9	2.0	3.7	2.9
	min.	0.00	27.30	28.20	159.00	36.80	10.60	16.00	1.01	2.87	2.61
	max.	0.00	40.50	49.20	214.00	63.70	15.20	39.20	3.11	4.43	3.50
2018	Average	0.00	31.72	36.91	181.58	50.55	12.93	26.45	2.30	3.59	2.98

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	min.	0.00	24.70	28.70	166.00	43.90	11.20	13.80	1.56	3.14	2.71
	max.	0.00	38.60	49.80	200.00	56.90	16.10	36.50	3.76	4.13	3.27
2019	Average	0.00	34.00	28.87	176.58	52.26	14.09	17.20	2.06	3.77	2.90
	min.	0.00	23.10	14.40	155.00	43.20	11.40	3.50	1.01	3.16	2.54
	max.	0.00	46.60	43.20	204.00	61.80	16.40	30.50	2.61	4.44	3.35
2011-2019	Average	286	33.2	45.4	185	50.8	15.5	27.6	2.39	3.82	3.04
	min.	0	20	14.4	155	35.8	9.61	3.5	0.96	2.87	2.54
	max.	442	46.6	66.8	235	63.7	22.9	49.2	274	4.57	3.85
<b>R03</b>	<b>arm Kiliya 115 km, below arm Tulchynskyi</b>										
2011	Average	385	34.5	55.9	196	48.2	19.8	33.0	2.49	4.04	3.21
	min.	341	30.3	45.9	185	42.8	16.7	27.5	0.99	3.5	3.04
	max.	423	38.2	66.8	211	56.6	22	47.6	4.38	4.49	3.46
2012	Average	393	34	56	200	50.7	17.7	35.0	2.1	4.0	3.3
	min.	379	27	52	194	40.6	14	22.8	0.93	3.2	3.2
	max.	424	38	61	210	58.1	20.7	47.7	3.25	4.6	3.5
2013	Average	365	30.5	49.1	189	47.1	17.1	30.4	2.28	3.76	3.09
	min.	330	23.5	47.1	161	35.8	12.4	18.5	1.33	3.08	2.64
	max.	384	37.1	56.5	210	54	22.9	42.2	3.16	4.16	3.45
2014	Average	352	30.5	49.2	179	49.4	17.3	23.1	2.88	3.88	2.93
	min.	301	20	38.4	152	40.8	14.1	15.2	1.19	3.2	2.49
	max.	393	37.9	57.6	212	59.8	20.4	34	4.41	4.51	3.48
2015	Average	380	34.5	55.5	187	53.6	16.8	28.8	2.93	4.05	3.07
	min.	329	23	40.8	164	40	13.9	13	1.47	3.28	2.69
	max.	437	44.6	63.7	224	61.4	21.3	44.8	4.01	4.61	3.67
2016	Average	349	33.3	42.4	174.7	52.8	11.8	27.0	2.3	3.6	2.9

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	min.	0.00	26.60	39.00	163.00	46.30	10.30	20.00	1.71	3.22	2.67
	max.	0.00	37.30	48.80	192.00	58.60	14.40	33.50	3.01	4.02	3.16
2017	Average	336	33.1	37.5	179.8	51.7	13.0	25.3	2.0	3.6	2.9
	min.	0.00	25.60	28.20	159.00	36.40	11.30	15.20	0.99	2.97	2.61
	max.	0.00	40.50	48.80	214.00	64.50	15.20	47.50	2.91	4.47	3.50
2018	Average	0.00	31.42	37.24	180.33	50.34	13.05	25.88	2.42	3.59	2.96
	min.	0.00	24.70	28.70	165.00	43.40	11.30	16.20	1.52	3.14	2.71
	max.	0.00	39.00	51.40	199.00	56.40	15.40	37.30	3.61	4.05	3.26
2019	Average	0.00	34.32	29.26	177.08	52.02	13.78	18.81	2.12	3.73	2.90
	min.	0.00	23.10	14.40	154.00	42.40	11.70	6.75	0.98	3.08	2.52
	max.	0.00	46.60	43.20	203.00	61.40	15.90	33.00	3.05	4.38	3.32
2011-2019	Average	284	32.9	45.8	185	50.7	15.6	27.5	2.39	3.81	3.03
	min.	0	20	14.4	152	35.8	10.3	6.75	0.93	2.97	2.49
	max.	437	46.6	66.8	224	64.5	22.9	47.7	4.41	4.61	3.67
<b>R06</b>	<b>arm Kiliya 89 km, 1 km below Izmail</b>										
2011	Average	389	33.8	56.3	196	47.3	19.6	33.3	2.4	6.7	3.37
	min.	371	30.9	45.1	187	42.8	16.7	27.1	0.98	3.6	3.06
	max.	411	38.2	66.8	210	54	23.4	47.6	4.18	36.5	54.1
2012	Average	394	35	56	200	50.4	18.5	34.3	2.1	4.0	3.3
	min.	375	27	52	190	40.6	15.5	18.8	1.19	3.3	3.1
	max.	431	41	63	215	59.3	21.9	52.4	3.7	4.5	3.5
2013	Average	370	31.7	49.0	190	47.3	16.1	33.4	2.28	3.69	3.11
	min.	328	26.6	43.4	161	37.9	12.8	15.5	1.35	2.98	2.64
	max.	427	37.5	57.6	235	54.6	20.6	58.5	3.01	4.05	3.85
2014	Average	358	31.3	48.8	178	49.7	17.4	24.9	2.89	3.90	2.99

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	min.	311	26.2	38.4	161	42.4	14	9.5	1.31	3.26	2.64
	max.	390	40.5	57.6	209	57.4	22	32.5	4.01	4.67	3.42
2015	Average	381	34.5	55.1	189	53.1	17.6	28.1	2.95	4.10	3.10
	min.	329	26.4	40.8	164	43.2	14.6	13.8	1.51	3.36	2.69
	max.	435	44.6	66.6	226	61	21.3	39	3.89	4.72	3.7
2016	Average	349	33.3	43.6	173.8	52.5	12.3	26.7	2.4	3.6	2.8
	min.	0.00	24.90	39.00	160.00	44.70	8.15	19.80	1.65	3.26	2.63
	max.	0.00	39.00	54.70	189.00	60.90	15.20	33.20	3.29	4.10	3.10
2017	Average	336	32.0	38.7	178.8	51.5	12.9	25.2	2.1	3.6	2.9
	min.	0.00	26.90	33.00	158.00	37.60	11.40	17.80	0.97	2.89	2.59
	max.	0.00	40.50	49.20	220.00	64.50	16.20	40.00	2.79	4.55	3.60
2018	Average	0.00	31.72	35.88	178.83	50.99	12.89	24.38	2.33	3.60	2.93
	min.	0.00	24.70	24.40	163.00	43.40	11.20	12.20	1.56	3.18	2.66
	max.	0.00	38.60	50.60	195.00	59.60	15.60	36.30	3.57	4.05	3.19
2019	Average	0.00	33.42	30.05	176.50	51.95	13.61	18.45	2.03	3.72	2.89
	min.	0.00	23.10	14.40	154.00	44.80	8.51	1.25	1.07	3.08	2.52
	max.	0.00	44.80	43.20	206.00	61.40	17.20	34.00	2.45	4.48	3.37
<b>2011-2019</b>	Average	286	33.0	45.9	185	50.5	15.7	27.6	2.39	4.10	3.04
	min.	0	23.1	14.4	154	37.6	8.15	1.25	0.97	2.89	2.52
	max.	435	44.8	66.8	235	64.5	23.4	58.5	4.18	36.5	54.1
<b>R07</b>	<b>arm Kiliya 49 km, 4 km above Kiliya</b>										
2011	Average	379	34.2	57.9	193	48.3	19.2	33.9	2.24	4.00	3.17
	min.	350	27.4	45.9	185	42.4	14	20	0.54	3.51	3.04
	max.	412	38.2	66.8	214	56.6	24.6	45.8	4.27	4.41	3.51
2012	Average	395	34	55	201	50.9	16.8	37.0	2.0	3.9	3.3

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	min.	378	27	50	193	42.6	10.4	17.8	0.96	3.2	3.2
	max.	424	41	66	206	56.9	21.2	55.5	3.43	4.6	3.6
2013	Average	367	30.8	48.3	189	48.6	15.3	32.3	2.30	3.68	3.10
	min.	322	24	38.6	166	40.1	12	23	0.84	3.08	2.72
	max.	411	40.9	56.5	223	56.8	19.1	54.5	3.46	4.08	3.65
2014	Average	358	30.1	50.8	181	49.5	17.1	25.1	2.85	3.88	2.97
	min.	307	20	38.4	161	41.6	12.8	14	1.68	3.28	2.64
	max.	408	37.1	57.6	209	59	21	33.8	4.03	4.55	3.43
2015	Average	377	34.8	55.2	186	52.9	18.1	26.6	2.89	4.13	3.05
	min.	335	26.4	40.8	162	41.6	15.2	13.2	1.47	3.48	2.65
	max.	443	43.1	66.6	224	59.8	21.4	36.8	4.18	4.72	3.67
2016	Average	349	32.3	45.2	172.6	53.2	11.1	27.9	2.4	3.6	2.8
	min.	0.00	26.30	39.00	160.00	43.90	8.15	11.80	1.39	3.17	2.62
	max.	0.00	40.50	59.60	202.00	62.60	13.50	38.80	3.24	3.91	3.30
2017	Average	335	32.0	40.4	178.1	51.5	12.8	26.0	2.1	3.6	2.9
	min.	0.00	25.60	28.20	155.00	38.00	11.20	15.50	1.04	2.91	2.54
	max.	0.00	40.50	53.60	217.00	64.50	15.40	39.50	3.29	4.43	3.55
2018	Average	0.00	32.15	35.88	179.08	51.13	12.57	25.26	2.35	3.59	2.94
	min.	0.00	26.40	28.70	162.00	42.40	9.73	14.50	1.42	3.18	2.66
	max.	0.00	39.00	40.70	195.00	56.80	15.80	31.30	3.18	4.13	3.20
2019	Average	0.00	33.71	31.68	176.83	51.69	13.78	19.94	2.05	3.71	2.90
	min.	0.00	23.10	14.40	158.00	41.20	11.70	8.00	1.14	3.12	2.60
	max.	0.00	43.00	49.00	204.00	59.90	16.30	37.50	3.02	4.33	3.34
<b>2011-2019</b>	Average	284	32.7	46.7	184	50.9	15.2	28.2	2.35	3.79	3.01
	min.	0	20	14.4	155	38	8.15	8	0.54	2.91	2.54
	max.	443	43.1	66.8	224	64.5	24.6	55.5	4.27	4.72	3.67

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>R08</b>	<b>arm Kiliya 39 km, 6 km below Kiliya</b>										
2011	Average	388	34.5	58.4	196	48.9	19.4	34.2	2.4	4.0	3.2
	min.	363	26.9	48.6	185	42.1	15.3	23	0.67	3.6	3.04
	max.	438	40.8	66.8	217	57.8	22.4	49.5	4.52	4.5	3.55
2012	Average	396	36	55	200	50.7	16.8	38.0	2.1	3.9	3.3
	min.	380	30	51	183	41.7	9.7	21.7	1	3.1	3
	max.	438	43	66	210	59.1	21	53.5	3.49	4.5	3.6
2013	Average	370	31.4	49.8	190	48.2	16.4	31.9	2.44	3.75	3.11
	min.	323	23.5	38.6	161	38.6	12.8	23	1.35	3.08	2.64
	max.	415	40.5	57.6	223	56.1	22	48.2	3.11	4.04	3.65
2014	Average	357	31.3	50.8	179	50.4	16.6	26.6	2.92	3.88	2.94
	min.	320	23.4	38.4	161	42.4	13.9	8.75	1.35	3.28	2.64
	max.	400	40.5	57.6	203	59.8	20.6	34.8	3.76	4.59	3.33
2015	Average	376	34.2	54.4	188	53.3	17.6	26.1	2.70	4.11	3.08
	min.	337	26.4	40.8	164	44	14.6	15.2	1.53	3.4	2.69
	max.	436	41.2	66.6	224	60.2	21.9	38.8	3.51	4.66	3.68
2016	Average	345	32.9	41.4	173.3	53.1	11.3	26.4	2.3	3.6	2.8
	min.	0.00	24.90	39.00	146.00	43.90	8.39	13.50	1.65	3.15	2.40
	max.	0.00	40.50	49.70	202.00	61.00	14.50	32.00	2.99	3.98	3.31
2017	Average	334	32.3	37.9	178.8	51.3	13.0	25.1	2.1	3.6	2.9
	min.	0.00	25.60	28.20	156.00	38.80	10.70	16.80	1.03	2.91	2.56
	max.	0.00	40.50	53.60	217.00	65.30	15.70	42.00	3.18	4.55	3.55
2018	Average	0.00	32.15	35.98	180.25	50.82	12.60	25.99	2.32	3.57	2.95
	min.	0.00	26.40	29.20	163.00	43.20	10.30	18.80	1.66	3.14	2.66
	max.	0.00	39.00	46.90	193.00	58.30	15.20	36.50	3.39	4.03	3.16

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2019	Average	0.00	32.79	28.47	176.17	51.12	13.72	18.23	1.91	3.68	2.89
	min.	0.00	21.30	19.20	154.00	42.00	11.20	5.75	1.12	3.04	2.52
	max.	0.00	46.60	39.20	200.00	59.90	15.60	31.30	2.41	4.17	3.27
2011-2019	Average	285	33.1	45.8	185	50.9	15.3	28.1	2.35	3.79	3.02
	min.	0	21.3	19.2	146	38.6	8.39	5.75	0.67	2.91	2.4
	max.	438	46.6	66.8	224	65.3	22.4	53.5	4.52	4.66	3.68
<b>R09</b>	<b>arm Kiliya 32 km, 13 km below Kiliya</b>										
2011	Average	379	38.7	58.4	193	46.2	19.8	33.4	2.4	4.02	3.15
	min.	336	26.9	48.6	180	44	12.4	24.4	0.87	3.5	2.96
	max.	400	42.5	64.3	212.5	58.6	22.7	46.3	4.55	4.45	3.5
2012	Average	400	35	57	200	51.4	16.4	39.1	2.1	3.9	3.3
	min.	378	30	52	193	42.1	10.7	24.4	0.88	3	3.2
	max.	435	41	66	214	58.9	20.2	66.5	3.01	4.6	3.6
2013	Average	367	31.7	50.0	187	48.5	16.0	31.5	2.28	3.74	3.07
	min.	327	20.1	38.6	158	38.6	12.5	17.2	1.16	3.08	2.59
	max.	407	40.5	65.9	210	56.1	19	47.8	3.19	4.04	3.45
2014	Average	361	31.8	50.0	182	50.5	16.4	26.7	2.85	3.86	2.98
	min.	320	26.2	38.4	164	43.2	11.8	13.2	1.46	3.24	2.69
	max.	406	40.5	57.6	209	58.2	19.3	39.2	3.96	4.47	3.42
2015	Average	379	34.8	54.3	189	53.4	17.2	28.3	2.72	4.08	3.10
	min.	340	23	38.4	167	44.8	13.6	16.2	1.45	3.36	2.74
	max.	419	43.1	66.6	218	61.8	21.8	45	4.05	4.64	3.57
2016	Average	352	33.8	41.8	176.7	53.6	11.0	28.4	2.4	3.6	2.9
	min.	0.00	26.60	34.10	164.00	45.50	9.12	23.50	1.81	3.18	2.69
	max.	0.00	42.20	59.60	202.00	62.00	14.00	33.20	3.21	3.91	3.30

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2017	Average	333	32.6	36.3	178.8	51.7	12.7	24.6	2.2	3.6	2.9
	min.	0.00	25.60	28.20	153.00	38.00	10.30	14.50	1.06	2.95	2.51
	max.	0.00	42.20	48.80	210.00	63.70	15.20	39.80	3.44	4.43	3.45
2018	Average	0.00	31.72	35.98	179.67	51.02	12.72	25.00	2.36	3.59	2.96
	min.	0.00	24.60	24.40	165.00	43.20	10.70	13.00	1.82	3.16	2.71
	max.	0.00	39.00	51.40	195.00	59.10	15.30	36.00	3.14	4.05	3.20
2019	Average	0.00	33.10	29.27	175.58	51.63	13.90	17.58	1.99	3.72	2.88
	min.	0.00	23.10	19.20	155.00	42.80	10.70	6.00	1.18	3.08	2.55
	max.	0.00	44.80	48.00	200.00	60.20	15.90	34.50	2.92	4.32	3.27
<b>2011-2019</b>	Average	286	33.7	45.9	185	50.9	15.1	28.3	2.37	3.79	3.03
	min.	0	20.1	19.2	153	38	9.12	6	0.87	2.95	2.51
	max.	435	44.8	66.6	218	63.7	22.7	66.5	4.55	4.64	3.6
<b>R10</b>	<b>arm Kiliya 21 km, 1 km above Vylkove</b>										
2011	Average	390	35.2	59.1	195	48.7	19.1	35.6	2.44	4.0	3.2
	min.	371	30.3	53.1	185	44.7	13.9	23.2	0.68	3.6	3.04
	max.	403	39	66.8	211	55.8	21.7	45	5.31	4.53	3.46
2012	Average	398	35	56	199	50.5	16.7	38.7	2.2	3.9	3.3
	min.	374	27	52	191	41.8	12	23.4	0.99	3.2	3.1
	max.	428	41	64	213	57.4	20.7	54.9	3.36	4.5	3.6
2013	Average	376	32.8	51.4	190	48.6	15.4	35.4	2.29	3.69	3.11
	min.	337	26.9	43.4	163	40.8	10.2	23	1.24	3.22	2.67
	max.	423	40.9	56.8	223	56.8	18.2	54.8	3.09	4.01	3.65
2014	Average	359	32.2	49.2	181	50.0	16.3	26.7	2.87	3.83	2.97
	min.	320	23.4	38.4	164	44	10.7	8.5	1.38	3.08	2.69
	max.	393	40.5	57.6	206	60.6	22.9	41.2	3.91	4.55	3.38



Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2015	Average	378	34.9	54.5	188	53.1	17.6	27.6	2.72	4.10	3.08
	min.	339	26.4	38.4	165	43.6	14.3	15.2	1.15	3.44	2.69
	max.	424	42.2	66.6	223	61	21.9	40.7	3.65	4.64	3.66
2016	Average	352	33.4	43.5	175.1	52.7	11.4	28.9	2.4	3.6	2.9
	min.	0.00	26.90	34.10	161.00	46.30	8.76	24.80	1.76	3.18	2.64
	max.	0.00	40.50	59.60	205.00	59.60	13.50	37.50	2.89	4.02	3.36
2017	Average	334	33.5	37.1	178.3	51.4	12.7	25.7	2.2	3.6	2.9
	min.	0.00	27.30	28.20	150.00	38.80	11.40	18.80	1.11	2.99	2.47
	max.	0.00	40.50	42.40	192.00	59.40	15.20	35.20	3.67	4.05	3.15
2018	Average	0.00	32.47	36.61	178.75	50.42	12.81	26.05	2.36	3.57	2.93
	min.	0.00	24.70	28.70	162.00	43.20	10.70	17.20	1.86	3.14	2.66
	max.	0.00	39.00	50.20	196.00	57.50	15.60	36.50	3.48	4.09	3.21
2019	Average	0.00	32.80	29.67	175.83	51.98	13.51	17.92	2.01	3.70	2.89
	min.	0.00	23.10	19.20	159.00	44.80	8.76	8.00	1.30	3.12	2.60
	max.	0.00	43.00	43.20	198.00	60.80	17.90	29.50	2.71	4.24	3.25
<b>2011-2019</b>	Average	287	33.6	46.3	185	50.8	15.1	29.2	2.39	3.78	3.03
	min.	0	23.1	19.2	150	38.8	8.76	8	0.68	2.99	2.47
	max.	428	43	66.8	223	61	22.9	54.9	5.31	4.64	3.66
<b>R13/9</b>	<b>arm Bystre 9.5 km</b>										
2011	Average										
	min.										
	max.										
2012	Average	397	35	57	199	50.2	16.5	38.6	2.1	3.9	3.3
	min.	372	28	52	194	41.7	11.4	22.8	0.71	3.1	3.2
	max.	424	42	67	207	57.7	21.2	64.8	3.7	4.6	3.4

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
2013	Average	371	31.1	49.9	190	49.9	16.1	30.6	2.28	3.82	3.12
	min.	336	26.6	47.1	161	37.4	12	16	1.11	3.08	2.64
	max.	409	38.2	56.8	223	56.8	20.4	50.8	3.18	4.13	3.65
2014	Average	356	31.6	52.0	177	51.2	16.6	20.1	2.88	3.91	2.88
	min.	323	20	47.3	161	40	12.3	18.8	1.06	3.24	2.64
	max.	398	40.5	57.6	200	60.6	19.8	36	3.67	4.47	3.27
2015	Average	388	36.5	56.7	190	54.1	16.9	30.8	3.20	4.09	3.11
	min.	343	26.4	40.8	165	43.9	13.9	18.2	1.78	3.48	2.71
	max.	427	45.5	66.6	227	64.5	21.9	44.5	4.35	4.66	3.73
2016	Average	347	31.0	41.9	177.0	52.6	12.4	25.1	2.3	3.6	2.9
	min.	0.00	26.60	34.10	161.00	46.30	9.85	18.20	1.29	3.19	2.64
	max.	0.00	35.40	53.60	202.00	59.60	16.70	34.80	3.14	4.03	3.30
2017	Average	332	31.2	35.6	177.1	50.7	12.6	23.9	2.2	3.6	2.9
	min.	0.00	25.60	29.20	147.00	38.80	10.20	19.50	1.12	2.95	2.42
	max.	0.00	38.80	42.40	204.00	62.60	15.30	33.80	3.35	4.38	3.34
2018	Average	0.00	33.18	35.31	179.50	51.17	12.62	25.72	2.33	3.59	2.94
	min.	0.00	24.60	24.40	166.00	41.20	9.85	14.50	1.65	3.20	2.73
	max.	0.00	45.60	43.00	198.00	59.10	17.00	31.00	3.36	4.21	3.25
2019	Average	0.00	33.55	28.84	179.25	53.72	13.57	17.30	1.90	3.80	2.94
	min.	0.00	26.70	14.40	154.00	42.00	11.20	6.50	1.09	3.28	2.52
	max.	0.00	41.00	38.42	203.00	62.90	16.10	26.50	2.71	4.33	3.33
<b>2011-2019</b>	Average	274	32.9	44.7	184	51.7	14.7	26.5	2.40	3.79	3.01
	min.	0	20	14.4	147	37.4	9.85	6.5	0.71	2.95	2.42
	max.	427	45.6	67	227	64.5	21.9	64.8	4.35	4.66	3.73
<b>R13/1</b>	<b>arm Bystre 1 km</b>										
2011	Average	397	36.2	58.8	184	47.0	37.9	37.0	2.40	4.0	3.2

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	min.	374	30.6	53.1	187	45	11.1	29.5	0.69	3.4	3
	max.	1617	531	317	218	68.3	43.2	437	4.19	7	3.57
2012	Average	415	43	59	200	50.8	16.8	44.8	2.0	4.0	3.3
	min.	386	31	52	193	40.2	13.1	28	0.72	3.4	3.2
	max.	515	91	68	207	59.2	19.7	92.8	3.92	4.5	3.4
2013	Average	372	32.3	50.2	190	48.2	16.4	32.7	2.30	3.75	3.10
	min.	336	24.3	45.4	164	38.3	13.3	19.9	1.19	3.14	2.69
	max.	405	39.1	52.9	219	54.4	19.4	48.7	3.04	4.09	3.59
2014	Average	362	32.5	53.6	179	51.3	16.9	25.3	2.86	3.93	2.93
	min.	325	23.4	47.3	161	44.8	10.2	18.5	1.23	3.08	2.64
	max.	413	43.9	57.6	209	58.9	22	45	4.11	4.67	3.43
2015	Average	391	36.2	55.1	190	57.3	17.3	26.2	3.11	4.25	3.12
	min.	347	26.4	40.8	170	44.7	15.7	16.5	1.67	3.73	2.79
	max.	1109	366	203	216	63	38.4	278	4.08	5.76	3.55
2016	Average	350	31.7	41.4	178.4	55.0	11.2	25.5	2.3	3.7	2.9
	min.	0.00	26.60	39.00	162.00	44.70	9.12	19.80	1.81	3.15	2.65
	max.	0.00	37.10	48.00	205.00	60.90	13.50	30.80	3.25	4.07	3.36
2017	Average	361	44.0	39.5	176.8	50.9	13.4	33.0	2.1	3.6	2.9
	min.	0.00	27.30	29.20	147.00	36.40	10.50	15.80	1.10	3.16	2.42
	max.	0.00	157.00	65.90	204.00	62.60	19.60	114.00	3.59	4.21	3.34
2018	Average	0.00	64.53	42.68	181.17	52.03	14.75	39.73	2.40	3.81	2.98
	min.	0.00	22.90	24.40	164.00	44.00	9.73	14.80	1.72	3.12	2.71
	max.	0.00	271.00	81.20	196.00	60.00	32.20	130.00	3.41	5.42	3.22
2019	Average	0.00	73.02	38.09	181.67	53.53	15.93	45.36	2.04	3.98	2.98
	min.	0.00	24.90	19.20	152.00	45.20	10.90	6.00	1.15	3.44	2.49
	max.	0.00	378.00	135.00	206.00	63.30	37.00	258.00	2.81	5.50	3.38
<b>2011-</b>	Average	294	43.7	48.7	185	51.8	17.8	34.4	2.39	3.89	3.05

Code PS	Description of the location of the PS	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
<b>2019</b>	MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
	min.	0	22.9	19.2	147	36.4	9.12	6	0.69	3.08	2.42
	max.	1617	531	317	219	68.3	43.2	437	4.19	7	3.59

**Table 5 – Generalized average monthly results of research on hydrochemical salt indicators of the state of the Ukrainian part of the river Danube**

Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>2011</b>										
01	381	30.6	55.8	191	47.8	17.5	33.7	4.05	3.83	3.12
02	391	33.3	58.1	196	51.6	20.6	27.4	4.21	4.26	3.21
03	383	38.2	53.1	188	46.1	19.2	34.8	3.91	3.88	3.08
04	393	35.7	56.0	196	50.0	18.6	34.1	2.7	4.02	3.21
05	394	37.3	58.1	193	48.6	18.2	37.5	0.87	3.92	3.16
06	406	36.5	53.0	202	49.6	15.6	42.1	7.31	3.75	3.31
07	394	35.7	53.2	198	44.1	16.7	44.7	1.44	3.6	3.2

Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
08	368	30.9	52.3	188	46.9	18.6	29.9	0.93	3.4	3.1
09	382	30.96	62.0	190	46.3	22.1	28.7	2.02	4.1	3.1
10*	389	32.6	59.7	194	48.4	21.2	30.4	2.32	4.2	3.2
11	397	34.7	62.5	196	51.2	21.8	28.5	2.79	4.35	3.21
12*	416	58.9	71.0	210	58.1	20.4	49.6	2.67	4.58	3.45
<b>Average for the year</b>	<b>391</b>	<b>36.8</b>	<b>57.9</b>	<b>195</b>	<b>49.1</b>	<b>19.2</b>	<b>35.1</b>	<b>2.94</b>	<b>3.99</b>	<b>3.20</b>
<b>2012</b>										
<b>01</b>	393	37	60	194	58.9	19.4	23.3	2.38	4.5	3.2
<b>02</b>	430	40	61	212	56.7	18.8	38.4	3.02	4.4	3.5
<b>03</b>	415	38	60	206	55.8	19.3	32.8	3.38	4.4	3.4
<b>04</b>	403	40	59	198	56.5	19.4	29.0	2.23	4.4	3.2
<b>05</b>	404	37	58	202	53.8	19.7	31.2	2.72	4.3	3.3
<b>06</b>	402	39	55	197	46.2	14.6	49.0	1.76	3.5	3.2
<b>07</b>	384	29	55	197	49.2	14.2	39.4	1.69	3.6	3.2
<b>08</b>	396	36	55	197	41.7	15.2	51.5	1.06	3.3	3.2
<b>09</b>	385	33	52	196	43.3	15.5	44.8	1.03	3.4	3.2
<b>10*</b>	400	33	54	204	49.3	15.5	44.5	2.14	3.7	3.5
<b>11</b>	384	32	53	200	52.0	18.3	29.4	1.71	4.1	3.3



Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>01</b>	398	34.1	52.2	207	58.4	20.0	22.6	2.67	4.55	3.39
<b>02</b>	384	39.5	48.3	195	58.4	19.0	21.2	2.79	4.47	3.21
<b>03</b>	370	36.3	55.6	180	54.2	18.7	22.4	2.94	4.24	2.95
<b>04</b>	378	36.6	52.5	190	51.6	18.9	26.9	1.59	4.13	3.11
<b>05</b>	345	34.6	47.6	168	47.9	14.6	28.5	3.48	3.58	2.76
<b>06</b>	325	28.0	47.3	162	43.2	13.9	27.9	3.04	3.30	2.65
<b>07</b>	315	27.2	39.5	165	44.1	14.1	23.5	1.53	3.36	2.70
<b>08</b>	343	33.3	48.7	166	42.3	13.8	35.6	2.81	3.25	2.72
<b>09</b>	347	29.0	53.2	171	48.2	15.3	26.6	3.56	3.65	2.80
<b>10</b>	349	22.3	55.1	178	49.6	15.3	25	3.85	3.72	2.91
<b>11</b>	382	27.2	53.7	200	50.9	17.5	29.6	3.30	3.98	3.27
<b>12</b>	349	28.4	48.2	183	53.4	19.5	13.4	3.28	4.27	3.00
<b>Average for the year</b>	<b>357</b>	<b>31.5</b>	<b>50.3</b>	<b>180</b>	<b>50.2</b>	<b>16.7</b>	<b>25.3</b>	<b>2.89</b>	<b>3.88</b>	<b>2.96</b>
<b>2015</b>										
01	393	33.6	57.6	195	60.7	19.5	17.9	3.71	4.63	3.20
02	408	31.9	58.2	207	56.3	15.6	35.4	3.43	4.09	3.40
03	431	41.3	52.7	223	57.6	21.4	32.2	3.12	4.63	3.66

Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
04	418	36.9	53.4	214	60.7	16.2	33.0	3.64	4.35	3.52
05	367	33.0	49.5	189	57.0	18.0	18.5	2.40	4.32	3.10
06	355	25.4	64.4	171	50.3	17.4	23.0	2.83	3.95	2.81
07	357	30.7	63.4	169	51.0	18.3	23.0	1.93	4.03	2.76
08	388	34.4	58.1	191	46.7	17.5	38.9	1.46	3.76	3.13
09	358	35.8	54.4	170	42.9	15.0	37.9	2.24	3.38	2.78
10	382	40.1	60.4	177	47.4	16.9	38.2	2.24	3.82	2.90
11	336	33.9	45.2	167	55.8	15.5	14.5	3.62	4.06	2.73
12	371	42.5	40.6	188	54.8	17.7	23.4	3.43	4.19	3.08
Averages for the year	380	35.0	54.8	188	53.4	17.4	28.0	2.84	4.10	3.09
<b>2016</b>										
April	344	32.1	43.4	170	56.3	11.4	21.2	3.12	3.75	2.79
May	357	36.5	50.8	169	57.4	12.1	25.1	1.73	3.86	2.77
June	347	33.9	41.4	173	54.8	10.7	26.3	1.97	3.61	2.84
July	322	26.6	41.4	163	48.8	9.6	26.3	2.57	3.22	2.67
August	328	30.9	38.5	166	44.8	12.4	28.5	2.65	3.25	2.72
September	336	31.4	39.0	170	49.3	11.1	28.1	2.54	3.37	2.79
October	348	34.3	40.1	177	50.8	13.5	26.5	2.01	3.64	2.90



Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
November	393	38.8	45.0	198	59.2	12.8	31.7	2.44	4.01	3.24
December	361	28.8	43.9	187	55.8	11.0	27.5	2.28	3.69	3.07
<i>Average by area</i>	348	32.6	42.6	175	53.0	11.6	26.8	2.37	3.60	2.87
<b>2017</b>										
January	-	39.3	51.6	216	64.4	15.2	31.1	2.33	4.47	3.53
February	-	39.9	44.8	193	60.6	12.5	29.1	2.73	4.05	3.16
March	-	28.6	41.6	167	52.3	11.2	21.9	3.26	3.53	2.74
April	375	36.7	41.9	192	57.2	14.5	25.0	2.51	4.05	3.15
May	345	28.2	31.9	190	53.4	12.0	22.9	2.11	3.65	3.11
June	344	30.5	36.7	182	54.6	12.1	21.6	1.94	3.73	2.98
July	316	35.2	37.2	154	45.2	12.2	26.0	1.50	3.26	2.53
August	337	32.2	38.2	171	37.8	13.0	38.9	1.97	2.96	2.80
September	328	41.9	35.0	158	40.4	14.3	32.8	1.05	3.19	2.59
October	297	26.5	30.3	158	46.2	12.0	17.2	1.54	3.29	2.60
November	347	33.2	36.3	180	52.2	13.0	24.3	2.27	3.67	2.95
December	351	33.0	31.4	189	55.8	12.7	21.3	2.23	3.83	3.09
<i>Average by area</i>	338	33.7	37.8	178	51.4	12.9	26.0	2.12	3.62	2.92

Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>2018</b>										
January	0.00	26.00	27.07	182.33	54.32	11.80	15.11	2.27	3.68	2.99
February	0.00	28.00	37.53	178.89	56.19	11.80	18.30	3.31	3.77	2.93
March	0.00	38.20	33.27	191.22	57.51	13.48	23.19	3.26	3.98	3.14
April	0.00	32.20	34.33	184.33	54.78	11.88	23.41	2.81	3.71	3.02
May	0.00	26.60	47.36	193.89	51.17	12.89	32.68	2.81	3.61	3.18
June	0.00	24.88	38.24	173.89	46.31	11.20	27.90	2.17	3.24	2.85
July	0.00	37.00	35.93	168.44	45.22	11.21	34.61	2.21	3.18	2.77
August	0.00	30.20	31.34	172.56	46.47	11.91	26.04	1.71	3.30	2.83
September	0.00	32.59	32.94	164.56	43.76	12.56	27.30	1.73	3.21	2.69
October	0.00	49.23	44.58	170.00	46.09	15.10	39.21	1.92	3.54	2.79
November	0.00	64.41	42.47	183.33	52.84	16.53	33.21	2.08	4.00	3.00
December	0.00	38.76	38.20	195.44	56.62	15.57	24.97	1.94	4.10	3.20
<i>Average by area</i>	0.00	35.67	36.94	179.91	50.94	12.99	27.16	2.35	3.61	2.95

Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>2019</b>										
January	0.00	35.51	36.27	201.78	60.82	15.20	19.39	2.68	4.29	3.31
February	0.00	43.78	29.33	192.00	60.11	14.02	20.97	2.24	4.15	3.15
March	0.00	38.10	29.82	187.56	60.82	15.19	12.28	2.23	4.28	3.07
April	0.00	29.70	25.60	170.33	53.49	12.73	11.27	2.08	3.71	2.79
May	0.00	31.10	21.33	175.56	50.44	13.11	15.10	2.06	3.60	2.88
June	0.00	23.70	22.40	165.44	49.46	11.99	9.68	2.47	3.46	2.71
July	0.00	26.50	22.93	162.11	48.18	13.93	8.38	1.80	3.55	2.66
August	0.00	39.49	18.67	155.00	43.79	11.79	21.73	1.12	3.17	2.54
September	0.00	73.23	51.27	163.89	44.67	15.33	57.20	1.73	3.49	2.69
October	0.00	36.20	40.00	169.44	47.78	14.18	27.24	1.89	3.55	2.78
November	0.00	37.23	31.47	187.44	51.60	15.26	23.74	2.01	3.83	3.07
December	0.00	39.73	36.48	196.78	55.37	15.11	27.41	1.86	4.00	3.23
<i>Average by area</i>	0.00	37.86	30.46	177.28	52.21	13.99	21.20	2.01	3.76	2.91

Month	Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	Cl, mg/dm <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Ca, mg/dm <sup>3</sup>	Mg, mg/dm <sup>3</sup>	Na+K, mg/dm <sup>3</sup>	Si, mg/dm <sup>3</sup>	Rigidity, mg-eq/dm <sup>3</sup>	Alkalinity, mg-eq/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	1000	350 / 300	500 / 100	--	--	--	--	--	--	--
<b>Mid-year</b> (from the lines "average by area")										
2011	391	36.8	57.9	195	49.1	19.2	35.1	2.94	3.99	3.20
2012	399	36	56	200	51.0	17.1	37.7	2.1	3.9	3.3
2013	372	32.3	50.2	190	48.2	16.4	32.7	2.30	3.75	3.10
2014	357	31.5	50.3	180	50.2	16.7	25.3	2.89	3.88	2.96
2015	380	35.0	54.8	188	53.4	17.4	28.0	2.84	4.10	3.09
2016	348	32.6	42.6	175	53.0	11.6	26.8	2.37	3.60	2.87
2017	<b>338</b>	33.7	37.8	178	51.4	12.9	26.0	2.12	3.62	2.92
2018	0.00	35.67	36.94	180	50.94	12.99	27.16	2.35	3.61	2.95
2019	0.00	37.86	30.46	177	52.21	13.99	21.20	2.01	3.76	2.91
<b>Averages for 2011-2019</b>	287	34.6	46.33	185	51.05	15.36	28.9	2.44	3.80	3.03

**Table 6 - Generalized average annual results of hydrochemical studies of specific indicators of toxic action in the Ukrainian part of the river Danube**

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
<b>R01</b>	<b>river Danube 71 miles, above Reni</b>							
2011	Average	0.005	0.015	0.001	0.31	0.013	0.003	0.010
	min.	<0.005	0.01	0.001	0.17	0.003	0.0005	0.002
	max.	0.015	0.04	0.0025	0.5	0.023	0.006	0.033
2012	Average	0.005	0.01	0.002	0.41	0.029	0.011	0.016
	min.	0.005	0.01	0.0005	0.14	0.002	0.004	0.003
	max.	0.005	0.01	0.003	1.1	0.089	0.028	0.035
2013	Average	< 0.01	0.01	0.001	0.516	0.0095	0.035	0.022
	min.	0	0.01	0.001	0.25	0.0019	0.0196	0.0077
	max.	0	0.02	0.002	0.89	0.0536	0.0901	0.0776
2014	Average	not found	< 0.01	0.001	0.59	0.0059	0.013	0.0115
	min.	0.01	0.01	0	0.13	0.0016	0.005	0.0082
	max.	0.01	0.05	0.002	1.73	0.0101	0.027	0.016
2015	Average	0.003	0.012	0.0018	0.42	0.008	40.6	0.012
	min.	0	0.01	0.001	0.08	0.002	0.014	0.005
	max.	0.02	0.03	0.003	1.22	0.02	0.175	0.025
2016	Average	0	0.01	0.002	0.22	0.0875	0.0267	0.0179
	min.	0	0.01	0.001	0.06	0.0024	0.0086	0.0058
	max.	0	0.01	0.003	0.37	0.0291	0.0804	0.0473
2017	Average	0.00	0.02	0.002	0.18	0.007	0.026	0.013

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	min.	0.00	0.01	0.001	0.05	0.005	0.009	0.006
	max.	0.00	0.06	0.003	0.44	0.014	0.052	0.029
	Average	0.00	0.02	0.002	0.15	0.007	0.014	0.007
2018	min.	0.00	0.00	0.001	0.04	0.003	0.004	0.004
	max.	0.00	0.03	0.004	0.42	0.014	0.021	0.013
	Average	0.00	0.02	0.002	0.11	0.005	0.012	0.007
2019	min.	0.00	0.01	0.001	0.02	0.003	0.006	0.004
	max.	0.00	0.03	0.003	0.25	0.009	0.023	0.011
	Average	0.001	0.013	0.002	0.32	0.019	0.016	0.013
2011-2019	min.	0	0	0	0.02	0.0016	0.0005	0.002
	max.	0.02	0.06	0.004	1.73	0.089	0.175	0.0776
<b>R03</b>	<b>arm Kiliya 115 km, below arm Tulchynskyi</b>							
	Average	<0.005	0.02	0.001	0.23	0.013	0.005	0.006
2011	min.	0.005	0.01	0.001	0.23	0.013	0.003	0.005
	max.	0.01	0.06	0.002	0.32	0.017	0.005	0.006
	Average	0.009	0.01	0.002	0.25	0.003	0.012	0.007
2012	min.	0.005	0.005	0.001	0.21	0.003	0.007	0.005
	max.	0.01	0.02	0.004	0.28	0.003	0.018	0.008
	Average	< 0.01	< 0.01	0.001	--	--	--	--
2013	min.	0.01	0.01	0.0005	0	0	0	0
	max.	0.01	0.02	0.003	0	0	0	0
	Average	< 0.001	< 0.01	0.001	--	--	--	--
2014	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.04	0.003	0	0	0	0

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
2015	Average	0.002	0.012	0.0013	--	--	0.0168	--
	min.	0	0.01	0	0	0	0.0168	0
	max.	0	0.03	0.003	0	0	0.0168	0
2016	Average	0	0.01	0.001	0	0	0	0
	min.	0	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0	0.02	0.002	0	0	0	0
2017	Average	<i>not found</i>	0.0100	0.0013	-	-	-	-
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.01	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.02	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.01	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2011-2019	Average	0.006	0.012	0.001	0.10	0.001	0.006	0.003
	min.	0	0.005	0	0	0	0	0
	max.	0.01	0.06	0.004	0.32	0.017	0.018	0.008
<b>R06</b>	<b>arm Kiliya 89 km, 1 km below Izmail</b>							
2011	Average	<0.005	0.02	0.0015	0.40	0.009	0.003	0.013
	min.	0.005	0.01	0.001	0.23	0.003	0.003	0.004
	max.	0.01	0.06	0.002	0.64	0.02	0.004	0.024
2012	Average	0.015	0.01	0.002	0.36	0.003	0.008	0.009
	min.	0.01	0.005	0.001	0.16	0.001	0.005	0.002

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	max.	0.02	0.02	0.004	0.86	0.004	0.011	0.021
2013	Average	< 0.01	< 0.01	0.002	0.55	0.0097	0.034	0.02
	min.	0.01	0.01	0.001	0.28	0.002	0.0085	0.0018
	max.	0.01	0.02	0.003	1.14	0.0569	0.0737	0.0795
2014	Average	< 0.001	0.01	0.0015	0.84	0.0043	0.025	0.017
	min.	0	0.01	0.002	0.35	0.0016	0.005	0.0088
	max.	0	0.05	0.004	2.04	0.0076	0.057	0.0347
2015	Average	0.002	0.013	0.0012	0.59	0.009	0.031	0.015
	min.	0.01	0.01	0.001	0.13	0.002	0.002	0.003
	max.	0.01	0.03	0.003	1.11	0.014	0.06	0.043
2016	Average	0	0.01	0.002	0	0	0	0
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0	0.02	0.003	0	0	0	0
2017	Average	0.01	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.01	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.00	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.02	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.01	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2011-2019</b>	Average	0.006	0.013	0.002	0.30	0.004	0.011	0.008
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.02	0.06	0.004	2.04	0.0569	0.0737	0.0795



Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
<b>R07</b>	<b>arm Kiliya 49 km, 4 km above Kiliya</b>							
2011	Average	<0.005	0.01	0.001	--	--	--	--
	min.	<0.005	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.04	0.002	0	0	0	0
2012	Average	0.01	0.01	0.002	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.02	0.003	0	0	0	0
2013	Average	< 0.01	< 0.01	0.002	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.02	0.002	0	0	0	0
2014	Average	< 0.001	0.02	0.001	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.04	0.003	0	0	0	0
2015	Average	<i>0.003</i>	<i>0.01</i>	<i>0.0011</i>	--	--	--	--
	min.	0.01	0	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.03	0.003	0	0	0	0
2016	Average	0.015	0.01	0.0015	0	0	0	0
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.03	0.02	0.004	0	0	0	0
2017	Average	0.01	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.01	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.03	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.02	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	max.	0.04	0.04	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.00	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00
2011-2019	Average	0.010	0.015	0.002	0.00	0.000	0.000	0.000
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.04	0.04	0.005	0	0	0	0
<b>R08</b>	<b>arm Kiliya 39 km, 6 km below Kiliya</b>							
2011	Average	0.005	0.012	0.001	--	--	--	--
	min.	0.005	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.06	0.0025	0	0	0	0
2012	Average	<0.01	0.007	0.002	--	--	--	--
	min.	0.01	0.002	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.01	0.005	0	0	0	0
2013	Average	< 0.01	< 0.01	<0.001	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.0005	0	0	0	0
	max.	0.01	0.01	0.002	0	0	0	0
2014	Average	< 0.001	< 0.01	0.001	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.02	0.002	0	0	0	0
2015	Average	<i>not found</i>	<i>0.011</i>	<i>0.0013</i>	--	--	--	--
	min.	0	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0	0.03	0.002	0	0	0	0
2016	Average	0	0.01	0.002	0	0	0	0

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0	0.02	0.003	0	0	0	0
2017	Average	0.00	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.00	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.00	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00
2011-2019	Average	0.001	0.013	0.002	0.00	0.000	0.000	0.000
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.02	0.06	0.005	0	0	0	0
<b>R09</b>	<b>arm Kiliya 32 km, 13 km below Kiliya</b>							
2011	Average	<0.005	0.01	0.001	--	--	--	--
	min.	<0.005	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.025	0.003	0	0	0	0
2012	Average	0.015	0.016	0.002	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.03	0.004	0	0	0	0
2013	Average	< 0.01	< 0.01	0.001	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.01	0.003	0	0	0	0

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
2014	Average	not found	< 0.01	0.001	--	--	--	--
	min.	0	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0	0.01	0.003	0	0	0	0
2015	Average	<i>not found</i>	<i>0.01</i>	<i>0.0009</i>	--	--	--	--
	min.	0	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0	0.03	0.002	0	0	0	0
2016	Average	0	0.01	0.002	0	0	0	0
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0	0.01	0.004	0	0	0	0
2017	Average	0.01	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.01	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.04	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.00	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.00	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2011-2019</b>	Average	0.005	0.014	0.002	0.00	0.000	0.000	0.000
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.02	0.04	0.004	0	0	0	0
<b>R10</b>	<b>arm Kiliya 21 km, 1 km above Vylkove</b>							
2011	Average	<0.005	0.011	0.001	0.23	0.011	0.004	0.006
	min.	0.005	0.01	0.001	0.13	0.003	0.002	0.0024

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	max.	0.01	0.04	0.003	0.49	0.028	0.009	0.011
2012	Average	<0.01	0.015	0.002	0.34	0.003	0.009	0.014
	min.	0.01	0.01	0.001	0.2	0.002	0.004	0.004
	max.	0.01	0.02	0.006	0.52	0.006	0.019	0.028
2013	Average	< 0.01	< 0.01	0.0015	0.64	0.011	0.044	0.035
	min.	0.02	0.01	0.001	0.23	0.0011	0.021	0.0105
	max.	0.04	0.03	0.002	1.1	0.0529	0.1008	0.089
2014	Average	not found	< 0.001	0.001	0.47	0.0041	0.012	0.013
	min.	0	0.01	0.001	0.22	0.0018	0.002	0.0069
	max.	0	0.02	0.002	1.23	0.0059	0.042	0.0206
2015	Average	< 0.001	0.011	0.0013	0.56	0.008	0.033	0.011
	min.	0.005	0	0.0005	0.17	0.002	0.01	0.003
	max.	0.005	0.025	0.002	1.23	0.018	0.112	0.023
2016	Average	0.01	0.01	0.002	0	0	0	0
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.02	0.03	0.003	0	0	0	0
2017	Average	0.00	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.00	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.00	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.02	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.04	0.03	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
<b>2011-2019</b>	Average	0.008	0.014	0.002	0.25	0.004	0.011	0.009
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.04	0.04	0.006	1.23	0.0529	0.112	0.089
<b>R13/9</b>	<b>arm Bystre 9.5 km</b>							
2011	Average	-	-	-	-	-	-	-
	min.							
	max.							
2012	Average	0.005	0.005	0.001	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.02	0.003	0	0	0	0
2013	Average	< 0.01	< 0.01	0.0015	--	--	--	--
	min.	0.01	0	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.01	0.002	0	0	0	0
2014	Average	<b>&lt; 0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.001</b>	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.02	0.003	0	0	0	0
2015	Average	<i>0.003</i>	<i>0.016</i>	<i>0.0008</i>	--	--	--	--
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.04	0.002	0	0	0	0
2016	Average	0	0.01	0.001	0	0	0	0
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0	0.02	0.002	0	0	0	0
2017	Average	0.02	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	max.	0.04	0.03	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	Average	0.02	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	min.	0.01	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.04	0.02	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	Average	0.03	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	min.	0.00	0.01	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.04	0.03	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00
	Average	0.013	0.010	0.001	0.00	0.000	0.000	0.000
2011-2019	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.04	0.04	0.004	0	0	0	0
<b>R13/1</b>	<b>arm Bystre 1 km</b>							
	Average	0.005	0.01	<0.001	--	--	--	--
2011	min.	0.005	0.01	0.002	0	0	0	0
	max.	0.02	0.03	0.003	0	0	0	0
	Average	0.005	0.005	0.001	--	--	--	--
2012	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.01	0.002	0	0	0	0
	Average	< 0.01	< 0.01	0.0015	--	--	--	--
2013	min.	0.01	0.01	0	0	0	0	0
	max.	0.02	0.02	0.002	0	0	0	0
	Average	< 0.01	< 0.01	< 0.001	--	--	--	--
2014	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.02	0.02	0.003	0	0	0	0
2015	Average	0.001	0.017	0.0005	--	--	--	--

Code PS	Description of the location of the PS	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
	MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
	min.	0.01	0.01	0.001	0	0	0	0
	max.	0.01	0.03	0.003	0	0	0	0
2016	Average	0.01	0.01	0.0005	0	0	0	0
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.02	0.02	0.001	0	0	0	0
2017	Average	0.01	0.02	0.0007	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.02	0.03	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	Average	0.02	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.01	0.01	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.04	0.02	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	Average	0.01	0.02	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
	min.	0.00	0.01	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
	max.	0.01	0.03	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2011-2019	Average	0.009	0.013	0.001	0.00	0.000	0.000	0.000
	min.	0	0	0	0	0	0	0
	max.	0.04	0.03	0.003	0	0	0	0

**Table 7 - Generalized average monthly results of studies of hydrochemical specific indicators of toxic action in the Ukrainian part of the river Danube**

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
-------	--	---	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------	--------------------------



MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
<b>2011</b>							
01	<0.005	0.01	0.001	0.29	0.017	0.0027	0.006
02	<0.005	0.01	0.001	0.31	0.005	0.007	0.007
03	0.01	0.02	0.001	0.48	0.013	0.005	0.009
04	<0.005	0.01	0.001	0.37	0.022	0.003	0.009
05	0.01	0.01	0.0015	0.31	0.005	0.003	0.030
06	0.01	0.01	0.002	--	--	--	--
07	0.004	0.03	0.001	0.19	0.007	0.003	0.006
08	<0.01	0.02	0.001	0.175	0.012	0.0035	0.0065
09	0.01	0.01	0.001	--	--	--	--
10	<0.005	0.01	0.001	0.37	0.015	0.003	0.018
11	<0.005	0.01	0.0015	0.34	0.003	0.004	0.004
12	<0.01	0.01	0.001	--	--	--	--
<b>Average for the year</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.001</b>	<b>0.32</b>	<b>0.011</b>	<b>0.0027</b>	<b>0.011</b>
<b>2012</b>							
01	<0.01	<0.01	0.001	0.23	0.003	0.007	0.004
02	<0.01	0.000	0.001	0.69	0.003	0.009	0.017
03	<0.01	0.010	0.001	0.24	0.004	0.017	0.014
04	<0.01	0.010	0.002	0.31	0.002	0.007	0.005

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
05	0.002	<0.01	0.002	0.26	0.003	0.004	0.005
06	<0.01	<0.01	0.002	0.24	0.004	0.012	0.004
07	<0.01	<0.01	0.004	0.28	0.049	0.009	0.024
08	<0.01	<0.01	0.002	0.17	0.055	0.008	0.028
09	<0.01	<0.01	0.001	0.49	0.046	0.006	0.025
10	<0.01	<0.01	0.001	0.71	0.060	0.028	0.035
11	<0.01	<0.01	0.001	0.64	0.089	0.009	0.033
12	<0.01	<0.01	0.001	0.24	0.004	0.012	0.004
<b>Average for the year</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>0.002</b>	<b>0.37</b>	<b>0.015</b>	<b>0.010</b>	<b>0.013</b>
<b>2013</b>							
01	not found	< 0.01	0.001	0.75	0.0549	0.031	0.082
02	not found	0.01	0.001	0.42	0.0028	0.020	0.023
03	0.01	0.01	0.002	0.33	0.0043	0.039	0.014
04	0.01	0.01	0.001	0.97	0.0037	0.040	0.018
05	< 0.01	not found	< 0.001	0.5	0.0034	0.045	0.016
06	< 0.01	< 0.01	0.001	--	--	--	--

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
07	< 0.01	< 0.01	0.002	0.47	0.0032	0.033	0.012
08	not found	0.01	0.002	0.32	0.0077	0.030	0.010
09	not found	0.02	0.002	--	--	--	--
10	< 0.01	0.01	0.001	0.56	0.0094	0.034	0.017
11	not found	< 0.01	< 0.001	0.61	0.0072	0.026	0.015
12	< 0.01	< 0.01	< 0.001	0.8	0.0068	0.078	0.019
<b>Average for the year</b>	<b>&lt; 0.01</b>	<b>&lt; 0.01</b>	<b>0.001</b>	<b>0.57</b>	<b>0.0054</b>	<b>0.037</b>	<b>0.023</b>
<b>2014</b>							
<b>01</b>	not found	< 0.01	< 0.001	0.46	0.0053	0.026	0.0098
<b>02</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.001	0.73	0.0054	0.030	0.0127
<b>03</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.001	0.99	0.0042	0.035	0.0098
<b>04</b>	< 0.01	< 0.01	0.001	0.74	0.0037	0.008	0.0136
<b>05</b>	not found	< 0.01	0.001	0.55	0.0042	0.016	0.0184
<b>06</b>	< 0.01	0.01	0.001	0.49	0.0042	0.008	0.0149
<b>07</b>	not found	0.01	0.002	0.22	0.0040	0.005	0.0111
<b>08</b>	< 0.01	< 0.01	0.001	0.25	0.0040	0.007	0.0148

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
<b>09</b>	< 0.01	< 0.01	0.002	0.68	0.0062	0.008	0.0166
<b>10</b>	not found	< 0.01	< 0.001	0.67	0.0051	0.015	0.0168
<b>11</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.001	0.69	0.0019	0.028	0.0125
<b>12</b>	not found	0.03	< 0.001	--	--	--	--
<b>Average for the year</b>	<b>&lt; 0.01</b>	<b>&lt; 0.01</b>	<b>0.001</b>	<b>0.60</b>	<b>0.0044</b>	<b>0.017</b>	<b>0.014</b>
<b>2015</b>							
01	0.018	0.015	0.0015	0.81	0.002	0.020	0.005
02	0.001	0.024	0.0006	0.61	0.012	0.028	0.022
03	0.002	0.013	0.0009	0.73	0.006	0.035	0.008
04	0.010	0.001	0.0009	0.40	0.008	0.023	0.006
05	0.000	0.005	0.0008	0.72	0.010	0.030	0.020
06	0.002	0.002	0.0002	0.85	0.011	0.038	0.016
07	0.002	0.007	0.0014	0.43	0.008	0.034	0.014
08	0.008	0.013	0.0017	0.18	0.010	0.014	0.009
09	0.010	0.015	0.0015	0.21	0.004	0.008	0.006
10	0.000	0.013	0.0020	0.27	0.008	0.081	0.013
11	0.000	0.009	0.0012	0.62	0.011	0.083	0.017

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
12	0.008	0.03	0.0014	0.50	0.006	0.029	0.009
<i>Averages for the year</i>	<i>0.005</i>	<i>0.011</i>	<i>0.0012</i>	<i>0.53</i>	<i>0.008</i>	<i>0.034</i>	<i>0.012</i>
<b>2016</b>							
April	0.0011	0.0056	0.0016	0.32	0.0074	0.028	0.015
May	0.0022	0.0044	0.0010	0.28	0.0064	0.020	0.023
June	<i>not found</i>	<i>not found</i>	0.0010	0.20	0.0050	0.018	0.007
July	<i>not found</i>	0.0133	0.0018	0.15	0.0124	0.018	0.021
August	<i>not found</i>	0.0144	0.0022	0.48	0.0206	0.068	0.042
September	<i>not found</i>	0.0078	0.0007	0.68	0.0113	0.060	0.013
October	0.0011	0.0078	0.0008	0.27	0.0058	0.026	0.009
November	0.0056	0.0011	0.0007	0.07	0.0036	0.010	0.008
December	0.0000	0.0089	0.0011	-	-	-	-
<i>Average by area</i>	0.0011	0.0070	0.0012	0.31	0.0091	0.031	0.017
<b>2017</b>							
January	0.004	0.006	0.0014	0.27	0.0120	0.0198	0.0212
February	<i>not found</i>	0.009	0.0008	0.23	0.0111	0.0365	0.0234
March	<i>not found</i>	0.011	0.0008	0.30	0.0079	0.0230	0.0152

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
April	<i>not found</i>	0.0156	0.0007	0.17	0.0061	0.031	0.010
May	<i>not found</i>	0.0089	0.0010	0.25	0.0065	0.033	0.007
June	<i>not found</i>	0.0122	0.0009	0.10	0.0077	0.029	0.009
July	0.0011	0.0111	0.0012	0.17	0.0077	0.032	0.015
August	0.0022	0.0122	0.0021	-	-	-	-
September	0.0011	0.0233	0.0009	0.06	0.0071	0.009	0.009
October	0.0044	0.0033	0.0012	0.06	0.0064	0.007	0.004
November	<i>not found</i>	0.0267	0.0006	0.13	0.0063	0.016	0.009
December	<i>not found</i>	0.0133	0.0009	0.24	0.0050	0.028	0.009
<i>Average by area</i>	<i>0.0011</i>	<i>0.0129</i>	<i>0.0010</i>	<i>0.18</i>	<i>0.0076</i>	<i>0.024</i>	<i>0.012</i>
<b>2018</b>							
January	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
February	0.03	0.02	0.00	0.11	0.01	0.02	0.01
March	0.03	0.01	0.00	0.15	0.01	0.01	0.00
April	0.00	0.02	0.00	0.42	0.00	0.02	0.01

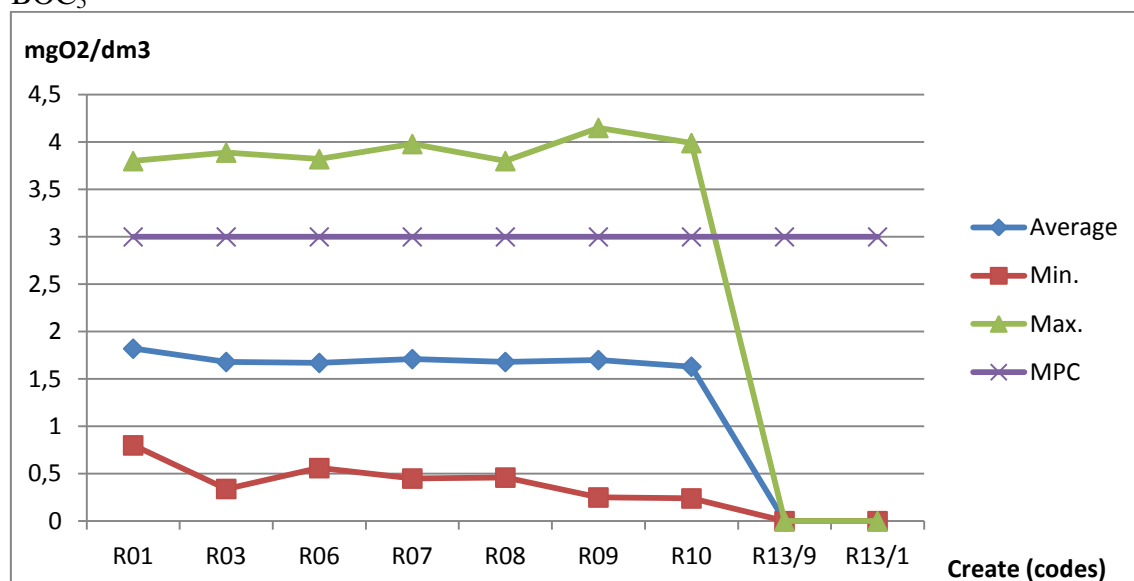
Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
May	0.00	0.02	0.00	0.06	0.01	0.02	0.01
June	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
July	0.00	0.02	0.00	0.26	0.01	0.02	0.01
August	0.03	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	0.01
September	0.01	0.01	0.00	0.10	0.00	0.01	0.00
October	0.03	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
November	0.01	0.02	0.00	0.15	0.01	0.01	0.01
December	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Average by area	0.02	0.02	0.00	0.12	0.01	0.01	0.01
<b>2019</b>							
January	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
February	0.00	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00
March	0.03	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01

Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
April	0.00	0.02	0.00	0.06	0.01	0.01	0.01
May	0.00	0.02	0.00	0.06	0.01	0.01	0.00
June	0.00	0.02	0.00	0.07	0.01	0.02	0.00
July	0.04	0.01	0.00	0.18	0.00	0.01	0.01
August	0.04	0.02	0.00	0.25	0.01	0.02	0.01
September	0.00	0.01	0.00	0.15	0.01	0.02	0.01
October	0.02	0.01	0.00	0.17	0.00	0.01	0.01
November	0.01	0.02	0.00	0.12	0.01	0.01	0.01
December	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Average by area</b>	0.01	0.02	0.00	0.09	0.00	0.01	0.01
<b>Mid-year</b> (from the lines "average by area")							
2011	<0.01	0.01	0.001	0.32	0.011	0.0027	0.011
2012	<0.01	<0.01	0.002	0.37	0.015	0.010	0.013

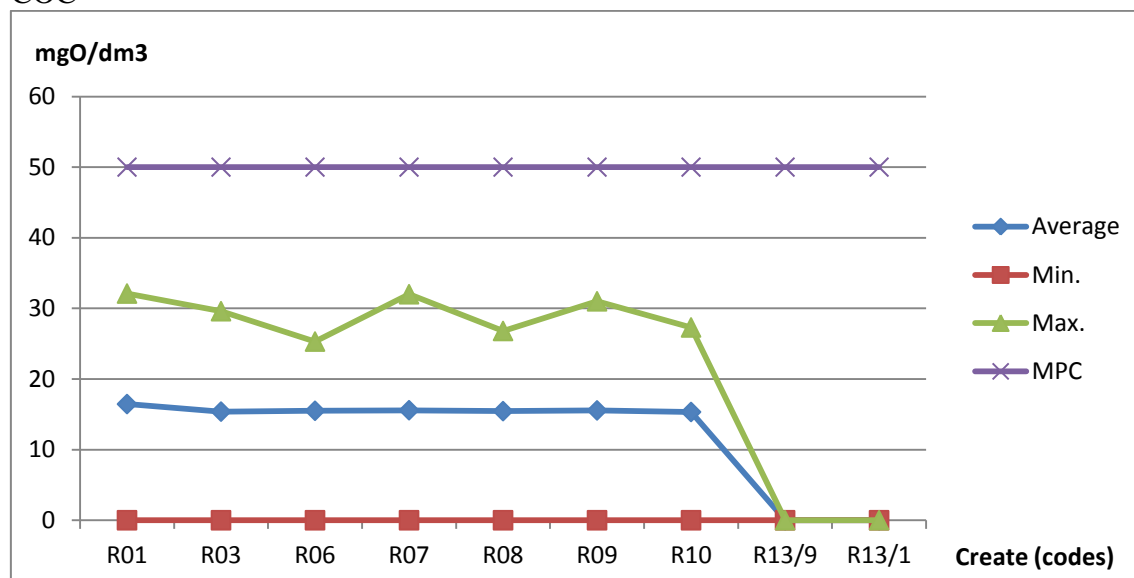


Month	Petroleum products, mg/dm <sup>3</sup>	synthetic surfactants, mg/dm <sup>3</sup>	Phenols, mg/dm <sup>3</sup>	Iron, mg/dm <sup>3</sup>	Copper, mg/dm <sup>3</sup>	Manganese mg/dm <sup>3</sup>	Zinc, mg/dm <sup>3</sup>
MPC k.pb./ MPC r.g.	0.3 / 0.05	0.2 / 0.028	0.001	0.3 / 0.1	1.0 / 0.001 to the background	0.1 / 0.01	1.0 / 0.01
2013	< 0.01	< 0.01	0.001	0.57	0.0054	0.037	0.023
2014	< 0.01	< 0.01	0.001	0.60	0.0044	0.017	0.014
2015	0.005	0.011	0.0012	0.53	0.008	0.034	0.012
2016	0.0011	0.0070	0.0012	0.31	0.0091	0.031	0.017
2017	0.0011	0.0129	0.0010	0.18	0.0076	0.024	0.012
2018	0.02	0.02	0.00	0.12	0.01	0.01	0.01
2019	0.01	0.02	0.00	0.09	0.00	0.01	0.01
<b>Averages for 2011-2019</b>	0.007	0.014	0.001	0.25	0.007	0.022	0.012

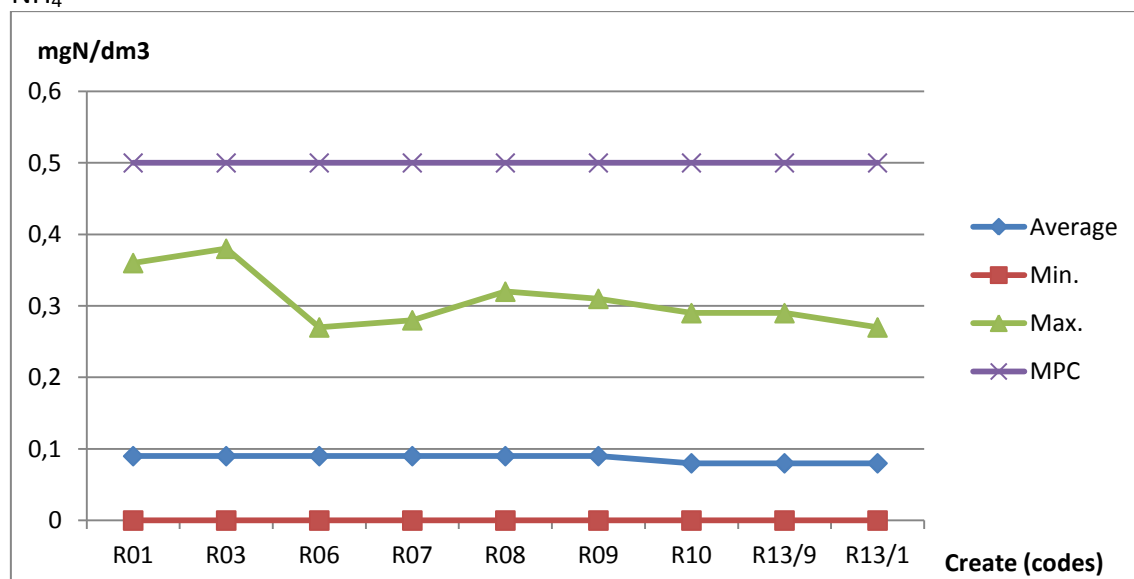
Table 2  
BOC<sub>5</sub>



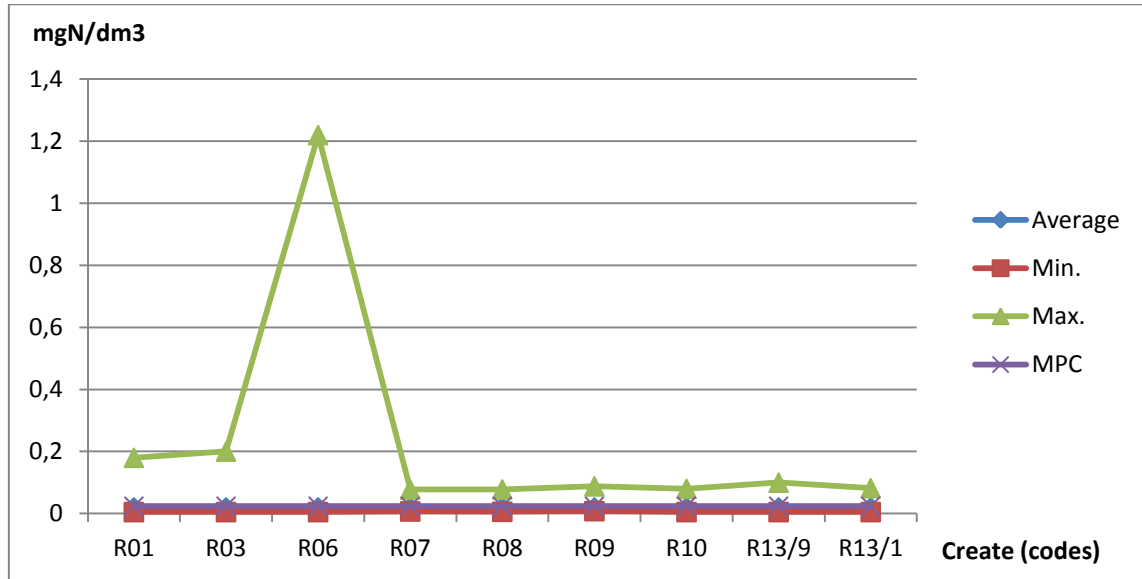
COC



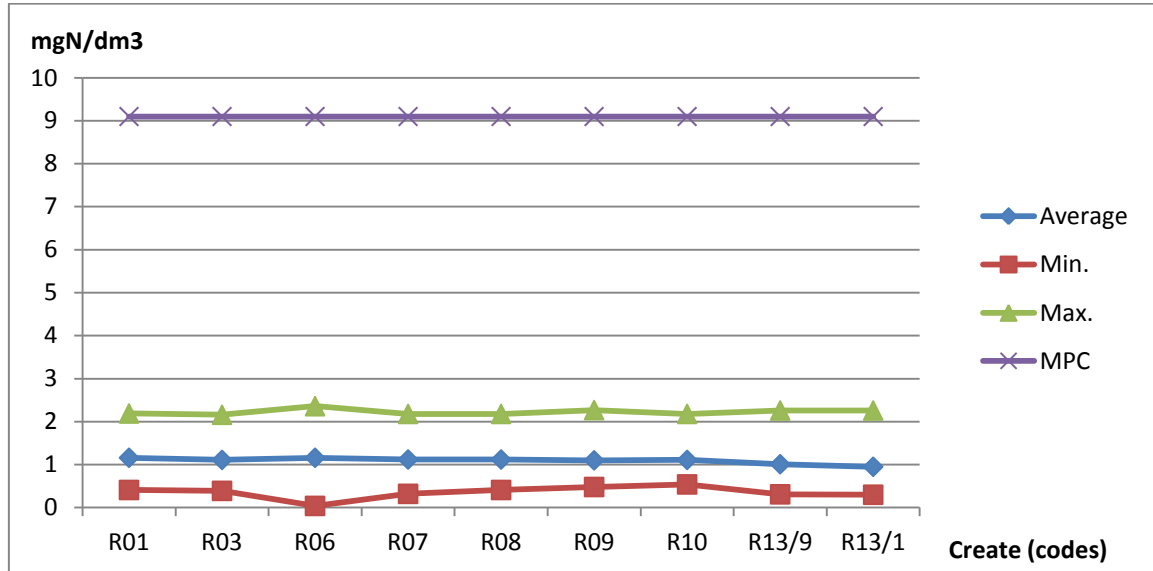
NH<sub>4</sub>



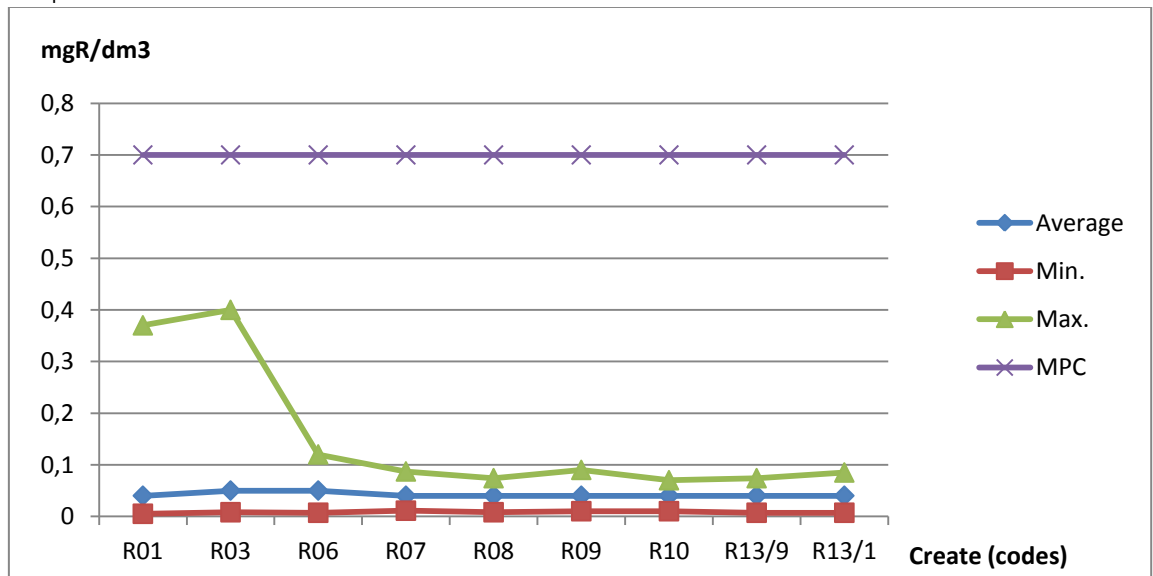
NO<sub>2</sub>



NO<sub>3</sub>



PO<sub>4</sub>



Phosphorus common

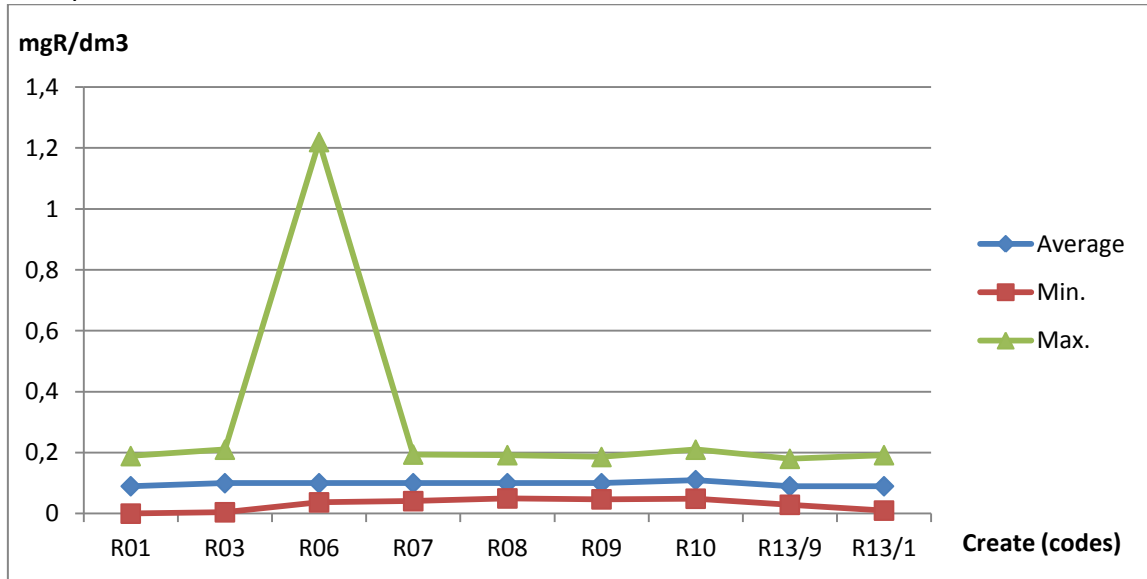
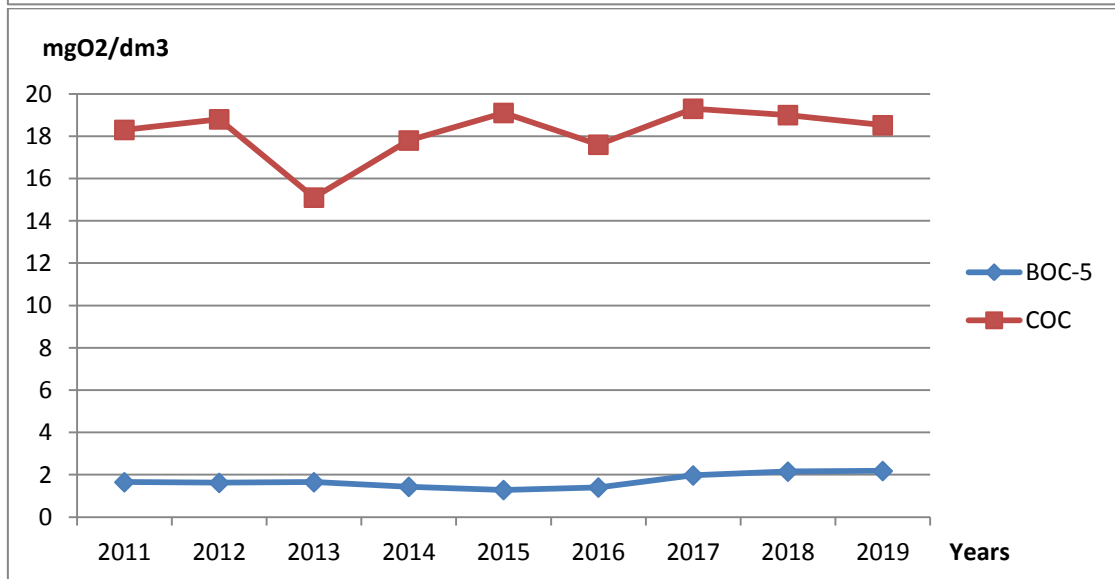
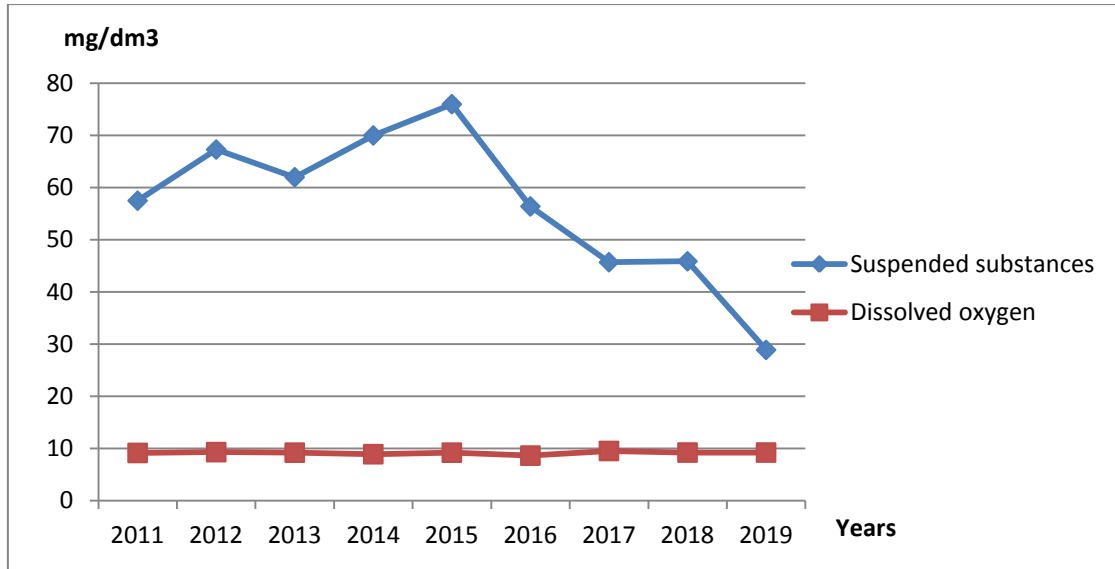
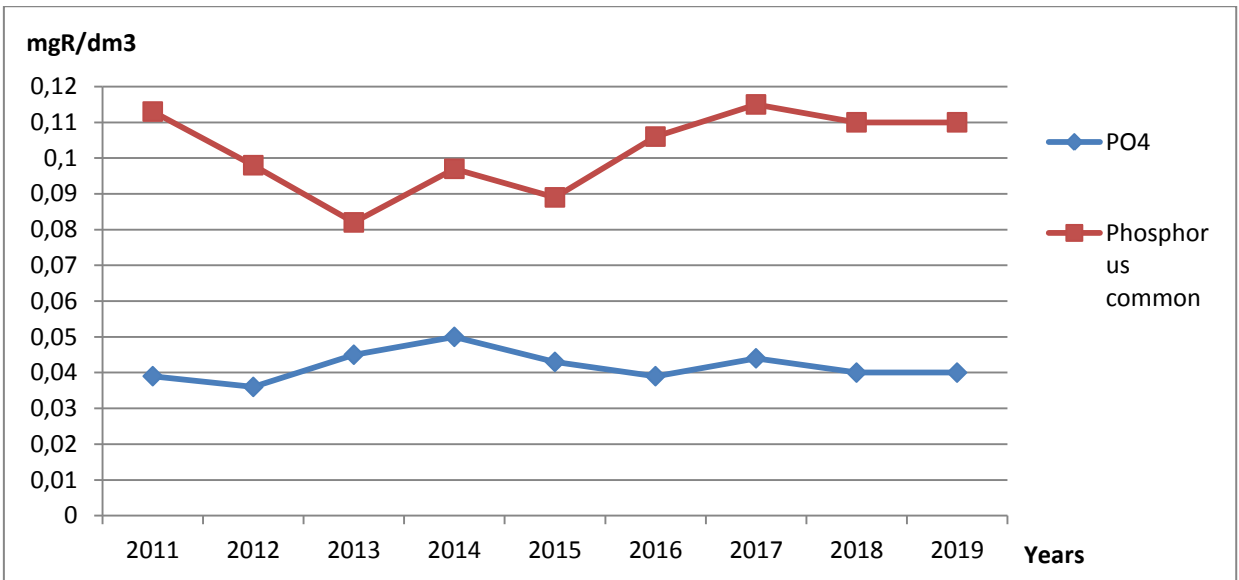
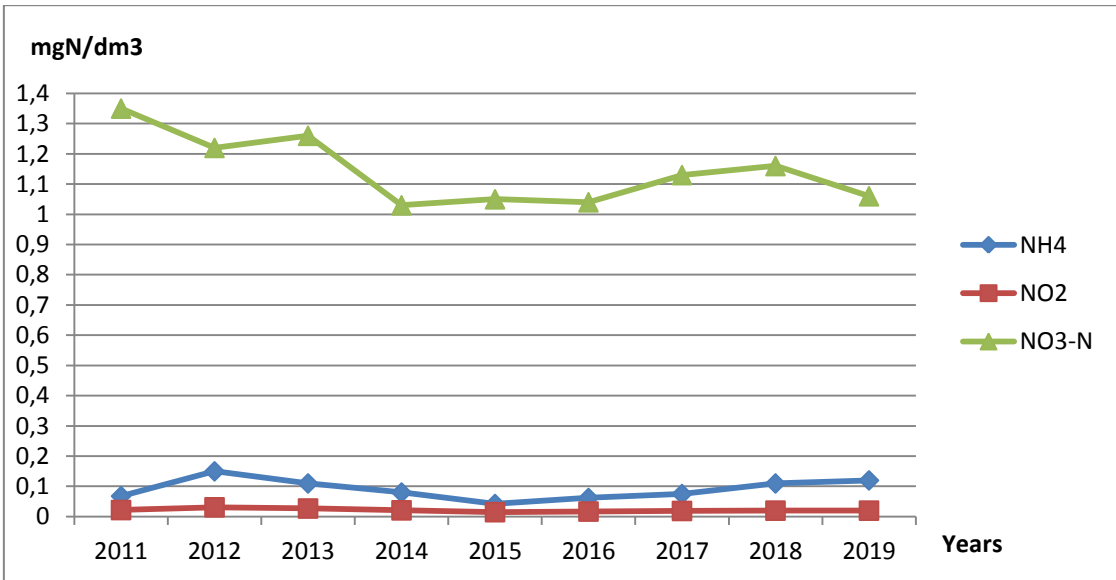


Table 3





## APPENDIX D

### RESULTS OF STUDIES ON THE GROSS CONTENT OF HEAVY METALS IN WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE UKRAINIAN PART OF THE RIVER DANUBE AND ITS BRANCHES

Results of studies of the gross content of heavy metals in water and bottom sediments of the Ukrainian part of the river. The Danube and its branches according to the data of expedition studies in 2011 - 2021 in separate creations by seasons

**Table 1 - The gross content of heavy metals in the water of the Ukrainian part of the river Danube according to the data of expedition research in 2011-2021 in separate creations by seasons**

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
<b>R 01</b>	<b>Danube river, 71 miles, 1 km above Reni</b>						
2011	pre-winter	0.16	0.017	0.037	0.0059	0.007	
2012	autumn	1.3	0.072	0.027	0.006	0.005	
2013	spring	0.93	0.062	0.050	0.0024	0.025	
	autumn	1.1	0.039	0.035	0.017	0.005	
	pre-winter	0.43	0.024	0.030	0.0068	less than 0.005	
2014	summer	1.22	0.068	0.036	0.0180	0.008	
	autumn	1.49	0.071	0.011	0.0058	0.008	
	pre-winter	0.35	0.031	0.013	0.0018	less than 0.005	

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
	MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
Recommended TNMNs standards for Danube				0.1	0.02	0.05
2015	summer	0.80	0.034	less than 0.01	0.0045	less than 0.005
	autumn	1.40	0.050	less than 0.01	0.0050	0.0060
	pre-winter	2.50	0.120	0.040	0.0090	0.0060
2016	summer	0.58	0.041	0.051	0.0054	0.011
	pre-winter	1.7	0.21	0.09	0.0082	less than 0.005
2017	spring	1.2	0.051	0.023	0.0063	0.01
	summer	0.36	0.024	less than 0.01	0.0021	0.003
	pre-winter	0.23	0.018	less than 0.005	0.0018	0.015
2018	spring	0.60	0.036	0.046	0.0081	0.0039
	autumn	0.35	0.038	0.0076	0.0031	0.0029
2019	spring	1.19	0.062	0.0138	0.004	0.0026
	summer	0.378	0.027	0.00694	0.0023	less than 0.001
	pre-winter	0.245	0.0276	0.003	0.0067	0.0019
2020	summer (June 2020)	0.177	0.026	less than 0.005	0.0024	0.001
	summer (July 2020)	0.097	0.0047	0.0035	0.0038	0.002
	pre-winter	0.33	0.065	0.024	less than 0.002	0.0071
2021	spring	0.14	0.016	less than 0.005	0.003	less than 0.002

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
	summer	0.35	0.05	less than 0.005	0.004	less than 0.002	
	autumn	0.85	0.047	0.0078	0.0045	0.0032	
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	0.758	0.049	0.022	0.006	0.006	
	<b>maximum</b>	2.5	0.21	0.09	0.018	0.025	
	<b>minimum</b>	0.097	0.0047	0.003	0.0018	0.0009	
<b>R 06</b>	<b>arm Kiliya, 89 km, 1 km below Izmail</b>						
2011	pre-winter	0.16	0.019	0.036	0.0019	less 0.005	
2012	autumn	0.33	0.031	0.021	0.0048	0.0067	
2013	spring	0.84	0.060	0.033	less than 0.001	less than 0.005	
	autumn	0.55	0.031	0.031	0.019	0.008	
	pre-winter	0.89	0.049	0.020	0.0098	0.007	
2014	summer	1.0	0.055	less than 0.01	0.0170	less than 0.005	
	autumn	1.49	0.076	0.022	0.0065	0.008	
	pre-winter	0.30	0.028	0.058	0.0017	0.0066	
2015	summer	0.30	0.020	0.010	0.0070	less than 0.005	
	autumn	2.50	0.090	0.010	0.0090	0.0120	
	pre-winter	0.60	0.020	0.040	0.0050	0.0080	



PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
2016	summer	1.5	0.081	0.055	0.004	less than 0.005	
	pre-winter	1.7	0.072	less than 0.01	0.0041	less than 0.005	
2017	spring	0.58	0.041	less than 0.02	0.0061	0.008	
	summer	0.21	0.02	less than 0.01	0.0022	0.004	
	pre-winter	0.56	0.057	0.0089	0.0042	0.0087	
2018	spring	0.47	0.038	0.017	0.0046	0.0028	
	autumn	0.3	0.0062	less than 0.005	0.0016	less than 0.002	
2019	spring	1.07	0.0581	0.0314	0.0037	0.0022	
	summer	0.411	0.0291	0.00917	0.0018	less than 0.001	
	pre-winter	1.84	0.151	0.0261	0.0094	0.007	
2020	summer (June 2020)	0.354	0.0368	less than 0.005	0.0036	0.0015	
	summer (July 2020)	0.515	0.0379	0.0056	0.0053	0.0033	
	pre-winter	0.12	0.058	0.027	0.0061	0.005	
2021	spring	0.22	0.015	0.0062	0.0031	less than 0.002	
	summer	0.18	0.027	less than 0.005	0.003	less than 0.002	
	autumn	0.34	0.018	0.008	0.0039	0.0023	
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	0.72	0.045	0.02	0.006	0.005	

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
	maximum	2.5	0.151	0.058	0.019	0.012	
	minimum	0.12	0.0062	0.0049	0.0009	0.0009	
<b>R 09</b>	<b>arm Kiliya, 32 km, 13 below the city. Kiliya</b>						
2011	pre-winter	-	-	-	-	-	
2012	autumn	-	-	-	-	-	
2013	spring	0.58	0.038	0.010	0.015	0.007	
	autumn	1.1	0.068	0.017	0.008	0.009	
	pre-winter	0.84	0.053	0.014	0.012	0.008	
2014	summer	0.77	0.047	0.011	0.0220	less than 0.005	
	autumn	1.93	0.075	less than 0.01	0.0064	0.008	
	pre-winter	0.45	0.039	less than 0.01	0.0031	less than 0.005	
2015	summer	0.96	0.051	less than 0.01	0.0160	less than 0.005	
	autumn	1.30	0.060	less than 0.01	0.0050	0.0140	
	pre-winter	3.40	0.190	less than 0.01	0.0140	0.0120	
2016	summer	0.53	0.046	0.032	0.003	less than 0.005	
	pre-winter	2	0.26	0.028	0.012	0.016	
2017	spring	0.42	0.029	less than 0.02	0.0054	0.038	

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
	summer	2.2	0.12	0.026	0.0069	0.0081	
	pre-winter	0.56	0.05	less than 0.005	0.0042	0.0099	
2018	spring	1.7	0.14	0.038	0.012	0.0078	
	autumn	0.63	0.044	0.0068	0.0015	less than 0.002	
2019	spring	1.24	0.0586	0.0493	0.0041	0.0021	
	summer	0.749	0.04	0.0156	0.0023	less than 0.001	
	pre-winter	1.72	0.184	0.0102	0.0094	0.0056	
2020	summer (June 2020)	0.163	0.0406	less than 0.005	0.0025	0.001	
	summer (July 2020)	0.502	0.0308	0.0049	0.0053	0.0035	
	pre-winter	0.22	0.07	0.016	0.0061	0.005	
2021	spring	1.3	0.085	0.021	0.0068	0.0043	
	summer	0.33	0.051	less than 0.005	0.0048	less than 0.002	
	autumn	2.2	0.14	0.016	0.0092	0.0063	
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	1.11	0.08	0.016	0.008	0.008	
	<b>maximum</b>	3.4	0.26	0.0493	0.022	0.038	
	<b>minimum</b>	0.163	0.029	0.0049	0.0015	0.0009	
<b>R 10</b>	<b>arm Kiliya, 21 km, 1 km above the city. Vylkove</b>						

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
	MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
Recommended TNMNs standards for Danube				0.1	0.02	0.05
2011	pre-winter	0.17	0.019	less 0.01	less 0.001	less 0.005
2012	autumn	0.31	0.035	0.030	0.0015	0.0068
2013	spring	-	-	-	-	-
	autumn	-	-	-	-	-
	pre-winter	0.58	0.037	0.015	0.0079	less than 0.005
2014	summer	0.82	0.062	0.019	0.0140	0.0065
	autumn	1.59	0.076	0.015	0.0082	0.0090
	pre-winter	0.37	0.036	less than 0.01	0.0015	0.0188
2015	summer	0.46	0.025	0.026	0.0035	less than 0.005
	autumn	1.30	0.060	0.140	0.0060	0.0080
	pre-winter	4.40	0.240	0.020	0.0100	0.0160
2016	summer	0.63	0.031	0.044	0.003	less than 0.005
	pre-winter	6.4	0.58	0.05	0.015	0.007
2017	spring	0.44	0.045	0.082	0.0054	0.0071
	summer	0.35	0.026	0.012	0.0023	0.0029
	pre-winter	0.22	0.038	0.007	0.0031	0.0044
2018	spring	1.0	0.096	0.011	0.0055	0.0059

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
	autumn	0.49	0.028	0.023	0.0021	less than 0.002	
2019	spring	1.36	0.0752	0.0227	0.0042	0.0027	
	summer	2.17	0.162	0.0175	0.0056	less than 0.001	
	pre-winter	0.273	0.0276	0.0019	0.0067	0.0019	
2020	summer (June 2020)	0.151	0.0276	less than 0.005	0.0026	0.0009	
	summer (July 2020)	0.185	0.0261	0.0375	0.0056	0.0025	
	pre-winter	0.83	0.16	0.033	0.091	0.012	
2021	spring	1.4	0.078	0.0085	0.0054	0.0039	
	summer	0.14	0.024	less than 0.005	0.0041	less than 0.002	
	autumn	2.2	0.12	0.021	0.0084	0.0066	
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	1.05	0.08	0.025	0.008	0.005	
	<b>maximum</b>	6.4	0.58	0.14	0.091	0.0188	
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0	
<b>R13/9</b>	<b>arm Bystre 9 km</b>						
2011	pre-winter	-	-	-	-	-	
2012	autumn	-	-	-	-	-	

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
2013	spring	2.7	0.15	0.042	0.015	0.022	
	autumn	0.54	0.030	0.016	0.0062	0.005	
	pre-winter	1.1	0.11	0.010	0.0073	0.006	
2014	summer	-	-	-	-	-	
	autumn	-	-	-	-	-	
	pre-winter	0.34	0.034	0.011	0.0017	0.0050	
2015	summer	0.094	0.065	less 0.01	0.0210	less 0.005	
	autumn	1.30	0.060	less 0.01	0.0060	less 0.005	
	pre-winter	4.20	0.270	0.030	0.0130	0.0160	
2016	summer	-	-	-	-	-	
	pre-winter	-	-	-	-	-	
2017	spring	0.63	0.037	less than 0.02	0.0059	0.0062	
	summer	0.43	0.033	less than 0.01	0.002	0.0027	
	pre-winter	0.43	0.04	0.0094	0.0026	0.013	
2018	spring	1.2	0.094	0.013	0.006	0.0051	
	autumn	0.21	0.011	0.0072	0.0027	0.0022	

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0	0.1
		MPC r.g.	0.1	0.01	0.01	+0.001 to the background	0.01
	Recommended TNMNs standards for Danube			0.1	0.02	0.05	
2019	spring	0.915	0.0484	0.0166	0.0036	0.0024	
	summer	0.355	0.0176	0.00491	0.0019	less than 0.001	
	pre-winter	0.224	0.0179	0.0102	0.0053	0.0019	
2020	summer (June 2020)	0.0479	0.0082	less than 0.005	0.0023	0.0007	
	summer (July 2020)	0.316	0.0121	0.0064	0.005	0.003	
	pre-winter	0.35	0.071	0.019	less than 0.002	0.0084	
2021	spring	0.57	0.04	0.0056	0.0036	0.0021	
	summer	0.37	0.04	less than 0.005	0.0041	less than 0.002	
	autumn	0.46	0.027	0.0063	0.0039	0.0023	
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	0.62	0.045	0.01	0.0045	0.0043	
	<b>maximum</b>	4.2	0.27	0.042	0.021	0.022	
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0	

Table 2 – Summarized and averaged within the studied area of the river Danube measurement results of gross content of heavy metals in water according to expedition research data in 2011-2021

Year	Types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
		MPC k.pb.	0.3	0.1	1.0	1.0

	<b>MPC r.g.</b>	<b>0.1</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>+0.001 to the background</b>	<b>0.01</b>
	<b>Recommended TNMNs standards for Danube</b>			<b>0.1</b>	<b>0.02</b>	<b>0.05</b>
2011	pre-winter	0.123	0.014	0.018	0.002	0.002
2012	autumn	0.485	0.035	0.020	0.003	0.005
2013	spring	1.010	0.062	0.027	0.008	0.014
	autumn	0.658	0.034	0.020	0.010	0.005
	pre-winter	0.768	0.055	0.018	0.009	0.004
2014	summer	0.762	0.046	0.017	0.014	0.004
	autumn	1.300	0.060	0.010	0.005	0.007
	pre-winter	0.362	0.034	0.016	0.002	0.006
2015	summer	0.523	0.039	0.007	0.010	0.000
	autumn	1.560	0.064	0.030	0.006	0.008
	pre-winter	3.020	0.168	0.026	0.010	0.012
2016	summer	0.648	0.040	0.036	0.003	0.003
	pre-winter	2.360	0.224	0.042	0.008	0.006
2017	spring	0.654	0.041	0.026	0.006	0.014
	summer	0.710	0.045	0.010	0.003	0.004
	pre-winter	0.400	0.041	0.005	0.003	0.010
2018	spring	0.994	0.081	0.025	0.007	0.005
	autumn	0.396	0.025	0.011	0.002	0.001
2019	spring	1.155	0.060	0.027	0.004	0.002
	summer	0.813	0.055	0.011	0.003	0.000



Year	Types of values	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
		<b>MPC k.pb.</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.1</b>
		<b>MPC r.g.</b>	<b>0.1</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>+0.001 to the background</b>	<b>0.01</b>
	<b>Recommended TNMNs standards for Danube</b>			<b>0.1</b>	<b>0.02</b>	<b>0.05</b>	
	pre-winter	0.860	0.082	0.010	0.008	0.004	
2020	summer (June 2020)	0.179	0.028	0.005	0.003	0.001	
	summer (July 2020)	0.323	0.022	0.012	0.005	0.003	
	pre-winter	0.370	0.085	0.024	0.021	0.008	
2021	spring	0.726	0.047	0.009	0.004	0.003	
	summer	0.274	0.038	0.005	0.004	0.002	
	autumn	1.210	0.070	0.012	0.006	0.004	
<b>2011-2021</b>	<b>spring</b>	0.908	0.058	0.023	0.006	0.008	
	<b>summer</b>	0.529	0.039	0.013	0.006	0.002	
	<b>autumn</b>	0.935	0.048	0.017	0.005	0.005	
	<b>pre-winter</b>	1.033	0.088	0.020	0.008	0.007	
	<b>average content.</b>	0.851	0.058	0.018	0.006	0.005	
	<b>maximum</b>	1.033	0.088	0.023	0.008	0.008	
	<b>minimum</b>	0.529	0.039	0.013	0.005	0.002	

**Table 3 – Gross content of heavy metals in bottom sediments of the river The Danube and its branches according to the data of expedition studies in 2011 - 2021 in separate creations by seasons**

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			<b>0.2</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>
<b>R 01</b>	<b>Danube river, 71 miles, 1 km above Reni</b>					
2011	pre-winter	5.0	0.12	0.009	less than 0.01	0.011
2012	autumn	25.75	0.59	0.103	0.070	0.047
2013	spring	6.43	0.21	0.029	0.007	0.025
	autumn	26.4	0.86	0.111	0.042	0.019
	pre-winter	18.45	0.45	0.060	0.012	0.035
2014	summer	21.4	0.84	0.094	0.049	0.071
	autumn	26.4	0.81	0.088	0.043	0.051
	pre-winter	16.7	0.48	0.071	0.026	0.038
2015	summer	22.2	0.82	0.074	0.049	0.055
	autumn	30.1	0.80	0.067	0.044	0.035
	pre-winter	-				
2016	summer	23	0.55	0.08	0.041	0.035
	pre-winter	25	0.65	0.081	0.039	0.04
2017	spring	1.2	0.051	0.023	0.0063	0.01
	summer	0.36	0.024	less than 0.01	0.0021	0.003
	pre-winter	0.23	0.018	less than 0.005	0.0018	0.015
2018	spring	13	0.41	0.037	0.018	0.023
	autumn	13	0.49	0.06	0.019	0.039
2019	spring	27.6	0.847	0.122	0.0321	0.0352
	summer	21.8	0.632	0.0756	0.0282	0.0396
	pre-winter	19	0.53	0.079	0.025	0.032
2020	summer (June 2020)	13	0.747	0.032	0.0155	0.0234

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			<b>0.2</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>
	summer (07.2020)	12	0.49	0.046	0.018	0.036
	pre-winter	27	0.76	0.16	0.092	0.051
2021	spring	15.0	0.580	0.062	0.024	0.035
	summer	16.9	0.660	0.084	0.031	0.045
	autumn	19.5	0.679	0.085	0.039	0.042
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	16.53	0.522	0.065	0.029	0.033
	<b>maximum</b>	30.1	0.86	0.16	0.092	0.071
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0
<b>R 06</b>	<b>arm Kiliya, 89 km, 1 km below Izmail</b>					
2011	pre-winter	17.0	0.58	0.063	0.039	0.050
2012	autumn	7.45	0.115	0.020	0.0044	0.024
2013	spring	-				
	autumn	-				
	pre-winter	-				
2014	summer	-				
	autumn	-				
	pre-winter	-				
2015	summer	-				
	autumn	-				
	pre-winter	-				
2016	summer	19	0.44	0.065	0.025	0.029
	pre-winter	8.5	0.17	0.017	0.019	0.016

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			0.2	0.06	0.05
2017	spring	0.58	0.041	less than 0.02	0.0061	0.008
	summer	0.21	0.02	less than 0.01	0.0022	0.004
	pre-winter	0.56	0.057	0.0089	0.0042	0.0087
2018	spring	17	0.52	0.042	0.032	0.03
	autumn	12	0.41	0.046	0.014	0.034
2019	spring	29.3	0.587	0.0746	0.0279	0.0388
	summer	18.7	0.528	0.0524	0.0177	0.0287
	pre-winter	16	0.42	0.052	0.022	0.028
2020	summer (June 2020)	14.9	0.716	0.013	0.0129	0.0232
	summer (07.2020)	19	0.71	0.085	0.038	0.045
	pre-winter	11	0.32	0.027	0.014	0.015
2021	spring	15.0	0.520	0.063	0.030	0.035
	summer	23.4	0.78	0.077	0.033	0.047
	autumn	12.0	0.308	0.038	0.011	0.022
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	8.95	0.27	0.029	0.013	0.018
	<b>maximum</b>	29.3	0.78	0.085	0.039	0.05
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0
<b>R 09</b>	<b>arm Kiliya, 32 km, 13 below the city. Kiliya</b>					
2011	pre-winter	-	-	-	-	-
2012	autumn	-	-	-	-	-
2013	spring	-				
	autumn	-				

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			0.2	0.06	0.05
	pre-winter	-				
2014	summer	15.4	0.46	0.070	0.027	0.065
	autumn	24.3	0.75	0.098	0.050	0.050
	pre-winter	14.1	0.39	0.058	0.021	0.036
2015	summer	-				
	autumn	-				
	pre-winter	-				
2016	summer	29	0.8	0.1	0.041	0.036
	pre-winter	18	0.79	0.06	0.023	0.036
2017	spring	0.42	0.029	less than 0.02	0.0054	0.038
	summer	2.2	0.12	0.026	0.0069	0.0081
	pre-winter	0.56	0.05	less than 0.005	0.0042	0.0099
2018	spring	22	0.74	0.061	0.044	0.043
	autumn	17	0.63	0.086	0.031	0.034
2019	spring	32.1	1.01	0.296	0.0469	0.0599
	summer	30.9	0.904	0.0866	0.0356	0.051
	pre-winter	28	0.75	0.082	0.032	0.048
2020	summer (June 2020)	27.1	1.27	0.101	0.047	0.0452
	summer (07.2020)	25	0.96	0.108	0.05	0.065
	pre-winter	29	0.82	0.102	0.059	0.048
2021	spring	26.0	0.820	0.103	0.050	0.049
	summer	24.8	0.810	0.110	0.055	0.051
	autumn	16.6	0.557	0.070	0.036	0.032

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			<b>0.2</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	14.17	0.469	0.061	0.025	0.03
	<b>maximum</b>	32.1	1.27	0.296	0.059	0.065
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0
<b>R 10</b>	<b>arm Kiliya, 21 km, 1 km above the city. Vylkove</b>					
2011	pre-winter	9.9	0.28	0.039	0.014	0.020
2012	autumn	-	-	-	-	-
2013	spring	17.75	0.61	0.083	0.039	0.050
	autumn	20.70	0.54	0.077	0.022	0.038
	pre-winter	21.00	0.65	0.075	0.022	0.040
2014	summer	16.6	0.47	0.074	0.025	0.034
	autumn	23.5	0.71	0.084	0.032	0.034
	pre-winter	18.4	0.52	0.066	0.038	0.022
2015	summer	18.2	0.72	0.072	0.025	0.034
	autumn	27.7	0.76	0.065	0.060	0.032
	pre-winter	-				
2016	summer	29	0.75	0.095	0.038	0.065
	pre-winter	17	0.35	0.036	0.017	0.021
2017	spring	0.44	0.045	0.082	0.0054	0.0071
	summer	0.35	0.026	0.012	0.0023	0.0029
	pre-winter	0.22	0.038	0.007	0.0031	0.0044
2018	spring	16	0.52	0.042	0.024	0.029
	autumn	12	0.35	0.05	0.018	0.031
2019	spring	29.1	0.837	0.243	0.0346	0.0585

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			<b>0.2</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>
	summer	24.4	0.626	0.0753	0.0344	0.0406
	pre-winter	23	0.65	0.072	0.034	0.038
2020	summer (June 2020)	21.6	0.755	0.0593	0.0308	0.0332
	summer (07.2020)	15	0.64	0.065	0.032	0.037
	pre-winter	24	0.68	0.081	0.043	0.042
2021	spring	27.0	0.84	0.096	0.051	0.048
	summer	13.4	0.510	0.069	0.029	0.037
	autumn	17.6	0.550	0.070	0.036	0.036
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	16.44	0.497	0.066	0.026	0.031
	<b>maximum</b>	29.1	0.84	0.243	0.06	0.065
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0
<b>R13/9</b>	<b>arm Bystre 9 km</b>					
2011	pre-winter	-	-	-	-	-
2012	autumn	-	-	-	-	-
2013	spring	-				
	autumn	-				
	pre-winter	-				
2014	summer	-				
	autumn	-				
	pre-winter	-				
2015	summer	17.3	0.71	0.070	0.023	0.035
	autumn	28.0	0.66	0.065	0.046	0.034

PS code, year	Description of the location of the PS, types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for river Danube			0.2	0.06	0.05
	pre-winter	-				
2016	summer	16	0.7	0.11	0.026	0.036
	pre-winter	17	0.39	0.061	0.031	0.028
2017	spring	0.63	0.037	less than 0.02	0.0059	0.0062
	summer	0.43	0.033	less than 0.01	0.002	0.0027
	pre-winter	0.43	0.04	0.0094	0.0026	0.013
2018	spring	13	0.32	0.034	0.014	0.019
	autumn	18	0.65	0.078	0.022	0.062
2019	spring	32.1	0.817	0.18	0.0321	0.0474
	summer	25.9	0.737	0.0713	0.0297	0.0468
	pre-winter	26	0.72	0.081	0.036	0.044
2020	summer (June 2020)	18.9	0.657	0.0159	0.0164	0.0291
	summer (07.2020)	25	0.97	0.104	0.049	0.064
	pre-winter	24	0.68	0.079	0.04	0.041
2021	spring	23.0	0.740	0.097	0.043	0.047
	summer	19.7	0.720	0.092	0.040	0.051
	autumn	16.3	0.503	0.064	0.028	0.033
<b>2011-2021</b>	<b>average content.</b>	11.91	0.373	0.046	0.018	0.024
	<b>maximum</b>	32.1	0.97	0.18	0.049	0.064
	<b>minimum</b>	0	0	0	0	0

**Table 4 – Generalized and averaged within the study area measurement results in tin content of heavy metals in bottom sediments of the river Danube and its tributaries according to expedition research data in 2011-2021**



Year	Types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for the river Danube			0.2	0.06	0.05
2011	pre-winter	6.38	0.196	0.0222	0.0106	0.0162
2012	autumn	6.64	0.141	0.0246	0.01488	0.0142
2013	spring	4.836	0.164	0.0224	0.0092	0.015
	autumn	9.42	0.28	0.0376	0.0128	0.0114
	pre-winter	7.89	0.22	0.027	0.0068	0.015
2014	summer	7.6	0.262	0.0336	0.0148	0.021
	autumn	14.84	0.454	0.054	0.025	0.027
	pre-winter	9.84	0.278	0.039	0.017	0.0192
2015	summer	11.54	0.45	0.0432	0.0194	0.0248
	autumn	17.16	0.444	0.0394	0.03	0.0202
	pre-winter	0	0	0	0	0
2016	summer	23.2	0.648	0.09	0.0342	0.0402
	pre-winter	17.1	0.47	0.051	0.0258	0.0282
2017	spring	0.654	0.0406	0.021	0.00582	0.01386
	summer	0.71	0.0446	0.0076	0.0031	0.00414
	pre-winter	0.4	0.0406	0.00506	0.00318	0.0102
2018	spring	16.2	0.502	0.0432	0.0264	0.0288
	autumn	14.4	0.506	0.064	0.0208	0.04
2019	spring	30.04	0.8196	0.18312	0.03472	0.04796

Year	Types of values	Elements under investigation and their content in g/kg of dry air mass				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
	Recommended by JDS standards for the river Danube			<b>0.2</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>
	summer	24.34	0.6854	0.07224	0.02912	0.04134
	pre-winter	22.4	0.614	0.0732	0.0298	0.038
2020	summer (June 2020)	19.1	0.829	0.04424	0.02452	0.03082
	summer (07.2020)	19.2	0.754	0.0816	0.0374	0.0494
	pre-winter	23	0.652	0.0898	0.0496	0.0394
2021	spring	21.2	0.7	0.0842	0.0396	0.0428
	summer	19.64	0.696	0.0864	0.0376	0.0462
	autumn	16.4	0.519	0.0654	0.03	0.033
<b>2011-2021</b>	<b>spring</b>	14.59	0.4452	0.0708	0.0231	0.0297
	<b>summer</b>	15.67	0.5461	0.0574	0.025	0.0322
	<b>autumn</b>	13.14	0.3907	0.0475	0.0222	0.0243
	<b>pre-winter</b>	10.876	0.3088	0.0384	0.0178	0.0208
	<b>average content for the research period</b>	13.57	0.423	0.0535	0.022	0.0268
	<b>maximum</b>	15.67	0.5461	0.0708	0.025	0.0322
	<b>minimum</b>	10.876	0.3088	0.0384	0.0178	0.0208

## Appendix E

**SPECIES COMPOSITION, RELATIVE ABUNDANCE AND  
CONSERVATION STATUS OF MAMMALS OF THE DANUBE BIOSPHERE  
RESERVE**

Ukrainian name of the species	Latin name of the species	Characteristics of the species in relation to its abundance in the DBR	The presence of the species in the zone of deep-sea navigation	Protective status			
				Red Book of Ukraine (1994), category	Berne Convention, annex	European Red List (1991), category	IUCN Red List (IUCN, 2000), category
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Order Комахоїдні— Insectivora</b>							
Family of hedgehogs — Erinaceidae							
1. White-bellied hedgehog	Erinaceus concolor	common	locally	-	-	-	-
Family mole — Talpidae							
2. European mole	Talpa europaea	common	locally	-	-	-	-
Family of earthworm — Soricidae							
3. Small shrew	Sorex minutus	common	+	-	3	-	-
4. Common shrew	Sorex araneus	common	+	-	3	-	-
5. Mediterranean water shrew	Neomys anomalus	rare	+	III	3	-	-
6. Lesser white-toothed shrew	Crocidura suaveolens	common	+	-	3	-	-
<b>Row of Hymenoptera - Chiroptera</b>							
Family vespertilionids — Vespertilionidae							
7. Grey long-eared bat	Plecotus austriacus	rare	+	-	2	-	-
8. Common pipistrelle	Pipistrellus pipistrellus	rare	+	-	3	-	-
9. Particolored bat	Vespertilio murinus	rare	+	-	2	-	-
<b>Order Predatory animals — Carnivora</b>							
Dog family — Canidae							
10. Common	Vulpes	common	+	-	-	-	-

Ukrainian name of the species	Latin name of the species	Characteristics of the species in relation to its abundance in the DBR	The presence of the species in the zone of deep-sea navigation	Protective status			
				Red Book of Ukraine (1994), category	Berne Convention, annex	European Red List (1991), category	IUCN Red List (IUCN, 2000), category
fox	vulpes						
11. Raccoon dog	Nyctereutes procyonoides	numerical	+	-	-	-	-
<b>Feline family — Felidae</b>							
12. Forest cat	Felis sylvestris	rare	+	I	2	-	-
<b>Mustelids family — Mustelidae</b>							
13. Badger	Meles meles	very rare	locally	II	3	-	-
14. Stone marten	Martes foina	rare	locally	-	3	-	-
15. Marbled polecat	Vormela peregusna	very rare	-	II	2	V	VU
16. Weasel	Mustela nivalis	common	+	-	3	-	-
17. Greater weasel	Mustela erminea	common	+	IV	3	-	-
18. Steppe polecat	Mustela eversmanni	rare	?	III	2	-	-
19. European polecat	Mustela putorius	rare	locally	-	3	-	-
20. European mink	Mustela lutreola	common	+	II	2	-	EN
21. American mink	Mustela vison	rare	?	-	-	-	-
22. True otter	Lutra lutra	common	+	II	2	V	-
<b>Order fin-footed carnivores - Pinnipedia</b>							
<b>Family True seals — Phocidae</b>							
23. Monk seal	Monachus monachus	very rare	+	I	2	E	CR
<b>Order Cetaceans — Cetacea</b>							
<b>Family of dolphins — Delphinidae</b>							
24. Bottle-nose dolphin	Tursiops truncatus	rare	+	III	2	-	DD

Ukrainian name of the species	Latin name of the species	Characteristics of the species in relation to its abundance in the DBR	The presence of the species in the zone of deep-sea navigation	Protective status			
				Red Book of Ukraine (1994), category	Berne Convention, annex	European Red List (1991), category	IUCN Red List (IUCN, 2000), category
25. Common dolphin	Delphinus delphis	rare	+	IV	2	-	-
Family Porpoises — Phocoenidae							
26. Common porpoise (Azov)	Phocaena phocaena	rare	+	I	2	K	VU
<b>Order Artiodactyles — Artiodactyla</b>							
Pig family — Suidae							
27. Boar	Sus scrofa	common	+	-	3	-	-
Deer family — Cervidae							
28. Roe deer	Capreolus capreolus	rare	+	-	3	-	-
<b>Order Duplicidentates — Lagomorpha</b>							
Hares family — Leporidae							
29. European hare	Lepus europaeus	common	locally	-	3	-	-
<b>Order of Rodents — Rodentia</b>							
Nutria family - Myocastoridae							
30. Nutria*	Myocastor coypus	very rare	+	-	-	-	-
Family — Squirrels — Sciuridae							
31. Spotted gopher	Spermophilus suslicus	rare	-	-	2	-	VU
Mice family — Muridae							
32. House mouse	Mus musculus	mass	+	-	-	-	-
33. Harvest mouse	Micromys minutus	numerical	+	-	-	-	LR/nt
34. Field mouse	Apodemus agrarius	numerical	+	-	-	-	-
35. Forest mouse	Sylvaemus sylvaticus	common	+	-	-	-	-
36. Grey rat	Rattus norvegicus	mass	+	-	-	-	-
Hamster family — Cricetidae							
37. Grey hamster	Cricetulus migratorius	rare	?	-	-	-	LR/nt

Ukrainian name of the species	Latin name of the species	Characteristics of the species in relation to its abundance in the DBR	The presence of the species in the zone of deep-sea navigation	Protective status			
				Red Book of Ukraine (1994), category	Berne Convention, annex	European Red List (1991), category	IUCN Red List (IUCN, 2000), category
38. Common hamster	<i>Cricetus cricetus</i>	common	locally	-	2	-	-
39. Muskrat	<i>Ondatra zibethicus</i>	mass	+	-	-	-	-
40. Water vole	<i>Arvicola amphibius</i>	mass	+	-	-	-	-
41. Common vole	<i>Microtus arvalis</i>	mass	+	-	-	-	-
Mole rat family — Spalacidae							
42. Hungarian mole rat	<i>Spalax leucodon</i>	very rare	-	II	-	I	VU

The table was compiled on the basis of the materials of M. IS. Zhmuda, with additions and corrections by T.I. Kotenko.

E, EN - endangered species, threatened with extinction; V, VU - vulnerable species that may be classified as "endangered" in the near future; I - undefined species known to belong to the "endangered", "vulnerable" or "rare" category; K - insufficiently known species; CR - species in critical condition; DD - species for which there is a lack of data; LR/nt - species with a low risk of extinction; I - disappearing; II - vulnerable; III - rare; IV - undefined.

\* Single encounters of animals that have escaped from captivity.

## Appendix F

### SPECIES OF MIGRATORY BIRDS FOUND IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE DANUBE DELTA

List of bird species found in the Romanian part of the Danube Delta and migration routes between nesting and wintering sites within the north-eastern part of the delta, including the region of the Bystre arm.

This list was formed on the basis of scientific information and cartographic material included in the academic publication "Bird Migration" (Rudescu, L. – 1958 – Migrația păsărilor. Editura Stiințifică. București.)

“Ex.” (extinct species) -

Appendix 1

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Anthropoides virgo</i>	Br.II /Bn.II	Ac	Mo
2	<i>Falco cherrug</i>	Br.II /Bn.II/W	MP	Mo
3	<i>Neophron percnopterus</i>	Br.II/Bi.I	OV, ?C	M

"E" (endangered species) -

Appendix 1

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Aquila heliaca</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	MP	E
2	<i>Eudromias morinellus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P,OV	A
3	<i>Oxyura leucocephala</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI, ?C	M
4	<i>Pelecan curled up</i>	Br.II /Bn.I,II/Bi.I/W	OV	Mo

"V" (vulnerable species) -

Appendix 1

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Accipiter nisus</i>	Br.II	S, Oi	Tp
2	<i>Alauda arvensis</i>	Br.III	MP	Mo
3	<i>Alcedo atthis</i>	Br.II /Bi.I	MP	E
4	<i>Anas penelope</i>	Br.III /Bi.II	P, OI	S
5	<i>Anas querquedula</i>	Br.III /Bn.II/Bi.II	OV, P	Tp

6	<i>Anas strepera</i>	Br.III /Bn.II/Bi.II	OV	Tp
7	<i>Anthus campestris</i>	Br.II /Bi.I	OV	Mo
8	<i>Anthus cervinus</i>	Br.II	P	A
9	<i>Anthus pratensis</i>	Br.II	P,OV	E
10	<i>Anthus trivialis</i>	Br.II	OV	E
11	<i>Apus apus</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
12	<i>Ardea cinerea</i>	Br.III /Bn.II	OV, RI	Tp
13	<i>Ardea purpurea</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
14	<i>Ardeola ralloides</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
15	<i>Asio otus</i>	Br.II/W	S	Tp
16	<i>Athene noctua</i>	Br.II/W	S	Mo
17	<i>Aythya nyroca</i>	Br.III /Bn.II/Bi.I	OV, RI	E
18	<i>Branta ruficollis</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	OI	A
19	<i>Burhinus oedicephalus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
20	<i>Buteo buteo</i>	Br.II /Bn.II	MP	Tp
21	<i>Buteo lagopus</i>	Br.II	OI	A
22	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Br.II /Bi.I	OV	Mo
23	<i>Calidris alpina</i>	Br.II /Bn.II	P	A
24	<i>Capella media</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	E
25	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
26	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Br.II /Bn.II	OV	Mo
27	<i>Charadrius dubius</i>	Br.II /Bn.II	OV	Mo
28	<i>Charadrius hiaticula</i>	Br.II /Bn.II	P	A
29	<i>Chlidonias hybridus</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
30	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
31	<i>Chlidonias niger</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
32	<i>Ciconia ciconia</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
33	<i>Circus aeruginosus</i>	Br.II /Bi.I	OV, RI	Mo
34	<i>Circus cyaneus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	E
35	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i> <i>coccythraustes</i>	Br.II	S	E
36	<i>Columba oenas</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
37	<i>Coracias garrulus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
38	<i>Corvus corax</i>	Br.II	S	Tp
39	<i>Coturnix coturnix</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
40	<i>Cuculus canorus</i>	Br.III	OV	Tp
41	<i>Delichon urbica</i>	Br.II	OV	Tp
42	<i>Dendrocopos major</i>	Br.II	S	Tp
43	<i>Dendrocopos minor</i>	Br.II	S	Tp
44	<i>Dendrocopos syriacus</i>	Br.II /Bi.I	S	M
45	<i>Dryocopus Martianus</i>	Br.II /Bi.I	S	S
46	<i>Egretta alba</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV, RI	Ch
47	<i>Egretta garzetta</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
48	<i>Emberiza hortulana</i>	Br.III /Bi.I	OV	E
49	<i>Erithacus rubecula</i>	Br.II	OV, RI	E
50	<i>Falco columbarius</i>	Br.II /Bi.I/W	OI	S
51	<i>Falco naumanni</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	OV	Mo
52	<i>Falco peregrinus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I/W	S, OI	Tp
53	<i>Falco subbuteo</i>	Br.II /Bn.II/W	OV	Tp



54	<i>Falco tinnunculus</i>	Br.II /Bn.II/W	MP	Tp
55	<i>Falco vespertinus</i>	Br.II /Bn.II/W	OV	Mo
56	<i>Ficedula parva</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	S
57	<i>Gavia stellata</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	A
58	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
59	<i>Glareola pratincola</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
60	<i>Grus grus</i>	Br.II /Bn.II	P, ?C	E
61	<i>Haematopus ostralegus</i>	Br.III	OV	Tp
62	<i>Himantopus himantopus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	Mo
63	<i>Hippolais pallida</i>	Br.II	OV	M
64	<i>Hirundo daurica</i>	Br.II	OV	?/I-A
65	<i>Ixobrychus minuteus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
66	<i>Lanius collurio</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
67	<i>Lanius excubitor</i>	Br.II	MP, OI	Tp
68	<i>Lanius minor</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
69	<i>Lanius senator</i>	Br.II	Ac	M
70	<i>Larus canus</i>	Br.III /Bn.II	OI	S
71	<i>Larus genei</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	Ac, ?OV	M
72	<i>Larus melanocephalus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
73	<i>Larus minutus</i>	Br.II	P, ?C	S
74	<i>Limicola falcinellus</i>	Br.II /Bn.II	P	S
75	<i>Limosa limosa</i>	Br.III /Bn.II	P, ?OV	Mo
76	<i>Lullula arborea</i>	Br.III/Bi.I	OV	E
77	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Br.II	OV	E
78	<i>Lymnocyptes minimus</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	P	S
79	<i>Melanocorypha calandra</i>	Br.II /Bi.I	MP	M
80	<i>Mergus albellus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	S
81	<i>Mergus merganser</i>	Br.III/Bn.II	OI	Tp
82	<i>Mergus serrator</i>	Br.III/Bn.II	OI	S
83	<i>Merops apiaster</i>	Br.II /Bn.II	OV	M
84	<i>Milvus migrans</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
85	<i>Motacilla flava</i>	Br.II	OV	Tp
86	<i>Muscicapa striata</i>	Br.II	OV	E
87	<i>Netta rufina</i>	Br.III /Bn.II	OV, RI	M
88	<i>Numenius arquata</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
89	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Br.II /Bi.I	OV	M
90	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Br.II	OV	Tp
91	<i>Oriolus oriolus</i>	Br.II	OV	E
92	<i>Passer hispaniolensis</i>	Br.III	OV	E
93	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Br.II /Bn.I,II/Bi.I	OV	Mo
94	<i>Perdix perdix</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	S	E
95	<i>Pernis apivorus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
96	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV, RI	M
97	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Br.II	OV	Mo
98	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Br.II	OV	E
99	<i>Picus canus</i>	Br.II /Bi.I	S	E
100	<i>Platalea leucorodia</i>	Br.II/Bn.II/Bi./W	OV	E
101	<i>Plegadis falcinellus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
102	<i>Pluvialis squatarola</i>	Br.III	P	A

103	<i>Podiceps auritus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	Ac	S
104	<i>Podiceps cristatus</i>	Br.III	OV, RI	Tp
105	<i>Podiceps nigricollis</i>	Br.II /Bn.II	OV, RI	E
106	<i>Porzana porzana</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
107	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	Mo
108	<i>Remiz pendulinus</i>	Br.II	MP	Mo
109	<i>Riparia riparia</i>	Br.II	OV	Tp
110	<i>Saxicola torquata</i>	Br.II	OV	Mo
111	<i>Scolopax rusticola</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	P,OV	E
112	<i>Sterna albifrons</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
113	<i>Sterna caspia</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	Tp
114	<i>Sterna sandvicensis</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	M
115	<i>Streptopelia turtur</i>	Br.III /Bn.II	OV	E
116	<i>Strix aluco</i>	Br.II/W	S	E
117	<i>Sylvia borin</i>	Br.II	OV	E
118	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Br.II	OV, RI	E
119	<i>Tadorna tadorna</i>	Br.II /Bn.II	OV, RI	Mo
120	<i>Tringa glareola</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	S
121	<i>Tringa totanus</i>	Br.III /Bn.II	P,OV	Mo
122	<i>Turdus merula</i>	Br.III	MP	E
123	<i>Upupa epops</i>	Br.II	OV	E
124	<i>Vanellus vanellus</i>	Br.III	OV	Mo

"R" (rare species) - Appendix

1

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Accipiter gentilis</i>	Br.II	S	Tp
2	<i>Acrocephalus dumetorum</i>	Br.II	Ac, ?C	?/T
3	<i>Anser erythropus</i>	Br.II /Bn.II	Ac	A
4	<i>Apus melba</i>	Br.II	OV	M
5	<i>Aquila clanga</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P, ?C	E
6	<i>Aquila pomarina</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
7	<i>Arenaria interpres</i>	Br.II /Bn.II	P	E
8	<i>Asio flammeus</i>	Br.II/Bi.I/W	OI, ?C	Tp
9	<i>Ciconia nigra</i>	Br.II/Bn.II/Bi.I/W	OV	E
10	<i>Circaetus gallicus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
11	<i>Crex crex</i>	Br.II /Bi.I	OV	E
12	<i>Gavia arctica</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	S
13	<i>Gavia immer</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OI	A
14	<i>Glareola nordmanni</i>	Br.II /Bn.II	Ac	Mo
15	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Br.II /Bn.I/Bi.I	MP	Tp
16	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P,OV	E
17	<i>Pandion haliaetus</i>	Br.II /Bn.II	P	Tp
18	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Br.II /Bn.II	Ac	A
19	<i>Phalaropus lobatus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P	A
20	<i>Pluvialis apricaria</i>	Br.III/Bn.II/Bi.I	P, RI	A

21	<i>Porzana parva</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
22	<i>Porzana pusilla</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
23	<i>Puffinus yelkouan</i>	Br.III	Ac	A
24	<i>Rallus aquaticus</i>	Br.III	MP	E
25	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Br.III	Ac	A
26	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Br.III	P	A
27	<i>Tadorna ferruginea</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	Mo

“I” (undefined) - Appendix 1

-

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Anser brachyrhynchus</i>	Br.III/Bn.II	OI	A
2	<i>Anser fabalis</i>	Br.III/Bi.II	OI	A
3	<i>Circus macrourus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	P, ?OV	Mo

"K" (understudied) - Appendix 1

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Accipiter brevipes</i>	Br.II/Bi.I	OV	M
2	<i>Acrocephalus agricola</i>	Br.II	OV	E
3	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Br.II/Bi.I	OV	M
4	<i>Acrocephalus paludicola</i>	Br.II	Ac, ?C	E
5	<i>Acrocephalus palustris</i>	Br.II	OV	E
6	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Br.II	OV	E
7	<i>Anser caerulescens</i>	Br.III	Ac	A
8	<i>Aythya marila</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	OI	A
9	<i>Bombycilla garrulus</i>	Br.II	OI, Ac	S
10	<i>Botaurus stellaris</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV, RI	Mo
11	<i>Branta bernicla</i>	Br.III	Ac	A
12	<i>Bubo bubo</i>	Br.II/Bi.I/W	S	Tp
13	<i>Bubulcus ibis</i>	Br.II	OV	I/Af
14	<i>Calidris alba</i>	Br.II /Bn.II	P	A
15	<i>Calidris canutus</i>	Br.III/Bn.II	Ac	A
16	<i>Calidris temminckii</i>	Br.II /Bn.II	P	A
17	<i>Carduelis cannabina</i>	Br.II	MP	E
18	<i>Carduelis flammea</i>	Br.II	OI	E
19	<i>Carpodacus erythrinus</i>	Br.II	OV	Tp
20	<i>Certhia brachydactyla</i>	Br.II	S	E
21	<i>Certhia familiaris</i>	Br.II	S	E
22	<i>Cettia cetti</i>	Br.II	S	M
23	<i>Charadrius asiaticus</i>	Br.III	Ac	Mo
24	<i>Charadrius lescheaulti</i>	Br.III	Ac	Mo

25	<i>Charadrius vociferus</i>	Br.III	Ac	Mo
26	<i>Chettusia gregaria</i>	Br.III	Ac	Tp
27	<i>Circus pygargus</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
28	<i>Clangula hyemalis</i>	Br.III	OI	A
29	<i>Cygnus columbianus</i>	Br.II/Bi.I	Ac	A
30	<i>Dendrocopus medius</i>	Br.II/Bi.I	S	E
31	<i>Emberiza melanocephala</i>	Br.II	OV	M
32	<i>Eremophila alpestris</i>	Br.II	OI, OV	A
33	<i>Ficedula albicollis</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
34	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
35	<i>Hippolais icterina</i>	Br.II	OV	E
36	<i>Hoplopterus spinosus</i>	Br.III	Ac	Mo
37	<i>Jynx torquilla</i>	Br.II	OV	Tp
38	<i>Larus hyperboreus</i>	Br.III	Ac	A
39	<i>Larus ichthyaetus</i>	Br.III /Bn.II	Ac	Mo
40	<i>Larus sabini</i>	Br.III	Ac	A
41	<i>Limnodromus griseus</i>	Br.III	Ac	S
42	<i>Limosa lapponica</i>	Br.III /Bn.II/Bi.I	Ac	A
43	<i>Locustella fluviatilis</i>	Br.II	OV	E
44	<i>Locustella naevia</i>	Br.II	OV	E
45	<i>Loxia curvirostra</i>	Br.II	S	S
46	<i>Luscinia luscinia</i>	Br.II	OV	E
47	<i>Luscinia svecica</i>	Br.II/Bi.I	P,OV	M
48	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Br.III/Bi.I	Ac	E
49	<i>Melanitta fusca</i>	Br.III	Ac	S
50	<i>Melanitta nigra</i>	Br.III/Bi.II	Ac	S
51	<i>Miliaria calandra</i>	Br.III	MP	E
52	<i>Milvus milvus</i>	Br.II/Bi.I	P	E
53	<i>Montifringilla nivalis</i>	Br.III	Ac	A
54	<i>Motacilla citreola</i>	Br.II	Ac	S
55	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	Br.II	S	S
56	<i>Numenius phaeopus</i>	Br.III /Bn.II	P	S
57	<i>Numenius tenuirostris</i>	Br.II/Bn.I/Bi.I/W	Ac	S
58	<i>Oenanthe hispanica</i>	Br.II	OV	M
59	<i>Oenanthe pleschanka</i>	Br.II	OV	Mo
60	<i>Otis tarda</i>	Br.II/Bn.II/Bi.I/W	S	Mo
61	<i>Parus lugubris</i>	Br.II	S	M
62	<i>Parus palustris</i>	Br.II	S	E
63	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Br.III	Ac	A
64	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Br.III/Bi.I	Ac	Mo
65	<i>Phylloscopus bonelli</i>	Br.II	Ac	S
66	<i>Phylloscopus collybita</i>	Br.II	OV	Tp
67	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Br.II	OV	E
68	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Br.II	P,OV	E
69	<i>Plectrophenax nivalis</i>	Br.II	OI	A
70	<i>Prunella modularis</i>	Br.II	OV, RI	E
71	<i>Regulus ignicapillus</i>	Br.II	MP	E
72	<i>Regulus regulus</i>	Br.II	MP, OI	E
73	<i>Rissa tridactyla</i>	Br.III	Ac	A

74	<i>Saxicola rubetra</i>	Br.II	OV	E
75	<i>Serinus serinus</i>	Br.II	OV	M
76	<i>Somateria mollissima</i>	Br.III/Bi.II	Ac	A
77	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Br.III	Ac	A
78	<i>Stercorarius skua</i>	Br.III	Ac	A
79	<i>Sterna paradisea</i>	Br.II/Bi.I	Ac	A
80	<i>Sturnus roseus</i>	Br.II	OV	M
81	<i>Sylvia atricapilla</i>	Br.II	OV	E
82	<i>Sylvia communis</i>	Br.II	OV	E
83	<i>Sylvia curruca</i>	Br.II	OV	E
84	<i>Sylvia nisoria</i>	Br.II/Bi.I	OV	E
85	<i>Sylvia rueppelli</i>	Br.II/Bi.I	Ac	M
86	<i>Tetrax tetrax</i>	Br.II/Bi.I	Ac	M
87	<i>Tringa hypoleucos</i>	Br.II /Bn.II	OV	Tp
88	<i>Tringa ochropus</i>	Br.II /Bn.II	P	S
89	<i>Tringa stagnatilis</i>	Br.II /Bn.II	P,OV	Mo
90	<i>Turdus philomelos</i>	Br.III	OV	E
91	<i>Turdus torquatus</i>	Br.II	OV	E
92	<i>Turdus viscivorus</i>	Br.III	MP	E
93	<i>Tyto alba</i>	Br.II/W	S	E
94	<i>Vanellorchettusia leucura</i>	Br.III	OV	Mo
95	<i>Xenus cinereus</i>	Br.III/Bi.I	Ac	S

“nt” (not vulnerable) -

Appendix 1

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Br.II	OV	E
2	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Br.II	OV	E
3	<i>Aegithalos caudatus</i>	Br.II	S	Tp
4	<i>Anas acuta</i>	Br.III/Bn.II/Bi.II	P, OI	S
5	<i>Anas clypeata</i>	Br.III/Bi.II	P,OV	Tp
6	<i>Anas crecca</i>	Br.III/Bi.II	P, OI, OV	Tp
7	<i>Anas platyrhynchos</i>	Br.III/Bi.II	MP, OI	Tp
8	<i>Anser albifrons</i>	Br.III/Bi.II	OI	A
9	<i>Anser anser</i>	Br.III/Bi.II	MP	Mo
10	<i>Aythya ferina</i>	Br.III/Bi.II	MP	E
11	<i>Aythya fuligula</i>	Br.III/Bi.II	OI, OV	S
12	<i>Bucephala clangula</i>	Br.III	OI	S
13	<i>Calidris ferruginea</i>	Br.II /Bn.II	P	A
14	<i>Calidris minuta</i>	Br.II /Bn.II	P	A
15	<i>Carduelis carduelis</i>	Br.II	S, OI	E
16	<i>Carduelis chloris</i>	Br.II	S	E
17	<i>Carduelis spinus</i>	Br.II	MP, OI	E
18	<i>Columba palumbus</i>	Bi.II	OV, RI	E
19	<i>Cygnus cygnus</i>	Br.II/Bi.I	OI	S

20	<i>Cygnus olor</i>	Br.III	MP	E
21	<i>Emberiza citrinella</i>	Br.II	S	E
22	<i>Emberiza schoeniculus</i>	Br.II	MP	Tp
23	<i>Fringilla coelebs</i>	Br.III	MP	E
24	<i>Fringilla montifringilla</i>	Br.III	OI	S
25	<i>Fulica atra</i>	Br.III/Bi.II	MP	Tp
26	<i>Galerida cristata</i>	Br.III	S	Mo
27	<i>Gallinago gallinago</i>	Br.III/Bi.II	P, ?C	E
28	<i>Gallinula chloropus</i>	Br.III	OV	E
29	<i>Hirundo rustica</i>	Br.II	OV	Tp
30	<i>Larus ridibundus</i>	Br.III	MP	Tp
31	<i>Motacilla alba</i>	Br.II	OV	E
32	<i>Panurus biarmicus</i>	Br.II	S	Mo
33	<i>Parus caeruleus</i>	Br.II	S	E
34	<i>Parus major</i>	Br.II	S	E
35	<i>Passer montanus</i>	Br.III	S	Tp
36	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Br.III	OV, RI	Tp
37	<i>Phasianus colchicus</i>	Br.III/Bi.II	S	Ch
38	<i>Philomachus pugnax</i>	Br.III/Bi.I	P	S
39	<i>Pyrhula pyrrhula</i>	Br.III	S	S
40	<i>Podiceps griseigena</i>	Br.II /Bn.II	OV	E
41	<i>Sterna hirundo</i>	Br.II /Bn.II/Bi.I	OV	E
42	<i>Streptopelia decaocto</i>	Br.III	S	M
43	<i>Tringa erythropus</i>	Br.III	P	S
44	<i>Tringa nebularia</i>	Br.III	P	S
45	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Br.II	OV, RI	E
46	<i>Turdus pilaris</i>	Br.III	MP, OI	S

Species from the BRDD Red  
List

No.	Types	International conventions (Appendix 2)	Phenology of birds in the Romanian part of the delta (Appendix 3)	Geographical origin (Appendix 4)
1	<i>Aquila chrysaetos</i>		S	Tp
2	<i>Aquila nipalensis</i>		Ac	Mo
3	<i>Branta leucopsis</i>			A
4	<i>Buteo rufinus</i>		P,OV	Mo
5	<i>Corvus c. cornix</i>		S	E
6	<i>Corvus frugilegus</i>		S, OI	E
7	<i>Corvus monedula</i>		S	E
8	<i>Garrulus glandarius</i>		S	E
9	<i>Falco eleonora</i>			M
10	<i>Lanius isabellinus</i>			Mo
11	<i>Larus cachinnans</i>		S	Tp
12	<i>Larus fuscus</i>		P, OI	A
13	<i>Larus marinus</i>		Ac	A
14	<i>Passer domesticus</i>		S	Tp
15	<i>Pica pica</i>		S	E

16	<i>Sturnus vulgaris</i>		MP	E
----	-------------------------	--	----	---

Conventional signs and abbreviations that characterize the status of species according to the relevant conventions are included in the table. In addition, the table contains information on the actual contours of the disappearance of species in the territory of the delta:

**Br. I** = The species are included in Appendix 1 of the Berne Convention (Species of flora subject to strict protection in Europe)

**Br. II** = The species are included in Appendix II of the Berne Convention (Fauna species subject to strict protection in Europe)

**Br. III** = Species included in Appendix III of the Berne Convention (Fauna species to be protected in Europe)

**Bn. I** = Species included in Annex I of the Bonn Convention (Endangered Migratory Species)

**Bn. II** = Species included in Annex II of the Bonn Convention (Migratory species, the status of which is unfavourable, for the conservation and regulation of the use of which international agreements are necessary)

**H** = Species defined by European Council Directive 92/43/1992 on the conservation of natural habitats and species of wild flora and fauna (Species for the conservation of which special protection zones are necessary)

**W** = Species included in the Convention on International Trade in Species of Wild Flora and Fauna (Washington, 1973), which provides for the introduction of special procedures for regulating commercial activities.

**Bi. I** = Bird species included in European Council Directive 79/409 (1979) on the conservation and protection of wild birds (threatened and in need of special protection measures, including a ban on hunting and trapping).

**Bi. II** = Bird species included in European Council Directive 79/409 (1979) on the conservation and protection of wild birds (birds that can be hunted).

## APPENDIX G

## LIST OF FRESHWATER FISH SPECIES FOUND IN THE DELTA (IN THE UKRAINIAN AND ROMANIAN PARTS), PROTECTION STATUS AND RELEVANT ECOLOGICAL ASSOCIATIONS

Family	<i>Kind</i>	Ukrainian/English name	Population status in the Lower Danube basin (1)	The state of the population in the Danube Delta (arms, delta lakes, coastal lakes) (2)	IUCN Red List (3)	FFMI (4)	Type of habitat (5)	Type of eating place (6)	Reproductive association (7)	Nature of migration (8)
1. Petromyzonidae	<i>1. Eudontomyzon mariae</i>			K		A II	Rh			P
2. Acipenseridae	<i>1. Acipenser stellatus</i>	Севрюга (stellate sturgeon)	T	V	EN	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>2. Acipenser guldenstaedti</i>	Російський осетер (Danube sturgeon)	T	V	EN	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>3. Huso huso</i>	Білуга (beluga)	T	V	EN	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>4. Acipenser ruthenus</i>	Стерлядь (sterlet)	L	E	VU	A V	Rh	B	LI	P
	<i>5. Acipenser nudiiventris</i>	Шип (ship sturgeon)	EX	Ex?	CR	A V	Rh	B	LI	LM
	<i>6. Acipenser sturio</i>	Атлантичний осетер (Atlantic sturgeon)	EX	I	CR	A IV	Rh	B	LI	LM
3. Anguillidae	<i>1. Anguilla anguilla</i>	Вугор (eel)					Eu	B	P	LM
4. Centrarchidae	<i>1. Lepomis gibbosus</i>	Звичайний сонячний окунь (pumpkin seed)	E				L	W	I	
5. Clupeidae	<i>1. Alosa pontica</i>	Чорноморсько-	S	nt	DD	A II		W	P	LM



		азовський оселедець (pontic shad)				A V				
	2. <i>Alosa caspia nordmani</i>	Пузанок (Caspian shad)	S	nt		A II A V	Eh	W		LM
	3. <i>Alosa maeotic</i>		Vu			A II A V	?			
	4. <i>Clupeonella cultriventris</i>	Чорноморсько-каспійська тюлька (Black sea sprat)	S		DD		Eh	W		LM
6. Aterinidae	1. <i>Aterina boyeri</i>				DD		Eh	W	F	
7. Esocidae	1. <i>Esox lucius</i>	Щука (pike)	L				Eu	W	F	
8. Gadidae	1. <i>Lotta lotta</i>		Vu	R			Rh	B	LI	P
9. Ciprinidae	1. <i>Cyprinus carpio</i>	Короп (common carp)	T		CR		Eu	B	F	
	2. <i>Rutilus rutilus</i>	Плотва (roach)	S				Eu	BW	I	
	3. <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Червоноперка (rudd)	S				L	W	F	
	4. <i>Blicca bjoerkna</i>	Густера (silver bream)	S				Eu	B	F	
	5. <i>Alburnus alburnus</i>	Уклейка (bleak)	S				Eu	W	I	
	6. <i>Tinca tinca</i>	Линь (tench)	Vu				L	B	F	
	7. <i>Chondrostoma nasus</i>	Підуст (nase)	S	nt			Rh	B	LI	P
	8. <i>Aspius aspius</i>	Жерех (asp)	S	nt	DD	A II	Rh	W	LI	P
	9. <i>Gobio albipinatus</i>	Білоперий піскар (danubian gudgeon)	S	nt	DD	A II	Rh	B	LI	
	10. <i>Gobio kessleri antipai</i>		Vu	I			Rh	B	LI	
	11. <i>Vimba vimba</i>	Кантар (black sea bream)	S	R			Rh	B	LI	P

	<i>12. Leuciscus cephalus</i>	Головень (chub)	S				Rh	W	LI	P
	<i>13. Leuciscus idus</i>	В'язь (Ide)	S	R			Rh	W	LI	P
	<i>14. Leuciscus borystenicus</i>	Бобирець (black sea chub)	S	R	DD		L	BW	I	
	<i>15. Pelecus cultratus</i>		S	nt	DD		Rh	W		P
	<i>16. Abramis brama</i>	Лящ (bream)	S				Eu	B	I	P
	<i>17. Abramis sapa</i>	Білоглазка (White-eye bream)	S	nt			Rh	B	LI	
	<i>18. Abramis ballerus</i>		S				Rh		LI	
	<i>19. Barbus barbus</i>	Вусач (barbel)	S	R		A V	Rh	B	LI	P
	<i>20. Carassius carassius</i>	Карась (crucian carp)	S	V	LR/nt		L	B	F	
	<i>21. Leucaspis delineatus</i>	Вівсянка неповнолінійна (sunbleak)	L				L	W	F	
	<i>22. Rhodeus sericeus amarus</i>	Гірчак (bitterling)	S	nt		A II	L	W	Os	
	<i>23. Chalcalburnus chalcoides</i>		EX	Ex?	DD	A II	R?	W	LI	P
	<i>24. Carassius auratus gibelio</i>	Сріблястий карась (gibel carp)	E				Eu	BW	F	
	<i>25. Stenopharyngodon idella</i>	Білий амур (grass carp)	E				Eu?		P	
	<i>26. Hypophthalmichthys molitrix</i>	Товстолобик (silver carp)	E				Eu?		P	
	<i>27. Aristichthys nobilis</i>	Товстолобик строкатий (big head carp)	E				Eu?		P	
	<i>28. Pseudorasbora parva</i>	Амурський чебачок (false harlequin)	E				L			

10. Cobitidae	<i>1. Cobitis taenia</i>	Щипавка (spined loach)	S	nt		A II	Eu	B	F	
	<i>2. Sabanejewia aurata</i>	Щипавка золотиста (Golden loach)	L	nt	DD	A II	Eu	B	F	
	<i>3. Misgurnus fossilis</i>	В'юн звичайний (weatherfish)	Vu	R	LR/nt	A II	L	B	F	
11. Percidae	<i>1. Stizostedion lucioperca</i>	Судак (pikeperch)	S				Eu	W	I	
	<i>2. Stizostedion volgense</i>		EX	I	DD		L	W	I	
	<i>3. Perca fluviatilis</i>	Окунь (perch)	S				Eu	W	I	
	<i>4. Gymnocephalus cernuus</i>	Йорж (ruffe)	S				Eu	B	I	
	<i>5. Gymnocephalus baloni</i>		Vu	nt	DD	A IV	Rh	B		
	<i>6. Gymnocephalus schraetzer</i>		Vu	nt	VU	A II A V	Rh	B	LI	
	<i>7. Percarina demidofii</i>						L?			
	<i>8. Zingel streber</i>		Vu	K	VU	A II	Rh	B	LI	
	<i>9. Zingel zingel</i>		Vu	R	VU	A V	Rh	B	LI	
12. Siluridae	<i>1. Silurus glanis</i>	Сом (wells)	L	nt			Eu	W	F	
13. Syngnathidae	<i>1. Syngnathus nigrolineatus</i>	Риба-голка пухлощока (shore pipefish)	S				L?		CrE	
14. Gasterosteidae	<i>1. Pungitius platygaster</i>	Колюшка південна (ninespine stickleback)	L	nt			L?			
	<i>2. Gasterosteus aculeatus</i>	Колюшка триголкова (stickleback)	S				L			

15. Mugilidae	1. <i>Mugil cephalus</i>	Лобань (mugil sp.)		K			Eh	B	P	
	2. <i>Liza auratus</i>			K			Eh	B	P	
	3. <i>LIZA SALIENS</i>			K			Eh	B	P	
16. Salmonidae	1. <i>Salmo trutta labrax</i>		T	R					LI	LM
17. Pleuronectidae	1. <i>Platichthys flesus luscus</i>	Камбала (flounder)		R			Eh	B		
18. Gobiidae	1. <i>Neogobius melanostomus</i>		S		DD		Eu?	B	LI	
	2. <i>Neogobius fluviatilis</i>	Бичок-пісочник (monkey goby)	S	nt	DD		Eu?	B	LI	
	3. <i>Neogobius syrman</i>		S	nt	DD		Eu?	B	LI	
	4. <i>Neogobius gymnotrachelus</i>	Бичок гонець (Racer goby)	S		DD		Eu?	B	LI	
	5. <i>Neogobius kessleri</i>	Бичок головач (Kessler's goby)	S	nt			Eu?	B	LI	
	6. <i>Neogobius eurycephalus</i>		S				Eu?	B	LI	
	7. <i>Protherorhinus marmoratus</i>	Бичок-цуцик (tube-nosed goby)	S				Eu	BW	I	
	8. <i>Knipowitschia caucasicus</i>		S				L?	B	F	
	9. <i>Knipowitschia cameliae</i>				E		L?			
	10. <i>Benthofilus stellatus</i>		S				L?			
	11. <i>Benthophiloides brauneri</i>		T		Ex?		L?			
	12. <i>Zosterisessor ophiocephalus</i>		EX		Ex?					
19. Umbridae	1. <i>Umbra krameri</i>	Умбра (European	L	R	VU		L	B	F	

		mud-minnow)								
--	--	-------------	--	--	--	--	--	--	--	--

- (1) E= Exotic; EX= Extinct, T= Very High Threat, Vu= Vulnerable, L= Low Vulnerable, S= Secure Status, (Banarescu, 1994);
- (2) Ex= Extinct, E= Endangered, V= Vulnerable, R= Rare, I= Insufficient information for inclusion in categories E or V or R, K= Insufficiently studied, nt= Not threatened in this area, but under threat a threat at the European or international level (Otel, 2000);
- (3) IUCN Red List: CR = Critical, EN= Endangered, VU= Vulnerable, nt = Near Threatened, LR= Low Risk, DD= Data Insufficient;
- (4) FFMI= Directive on protection and protection of flora, fauna and habitats (92/43/EEC); number of applications: A II= Species that are valuable at EU level; A IV= Species under special protection; AV= species authorized for regulated use;
- (5) Rh= Rheophilic; L= Limnophilous: Eu= Adaptive species; (Schiemer F., & Waidbacher H., 1992; Navodaru et al., 2002; FAME consortium, 2004). Eh=Euryhaline species that tolerate large fluctuations in water salinity levels (a new term used to refer to those species that migrate between freshwater-brackish-brackish bodies of water)
- (6) B= Benthic; W= Water column (piscivorous, planktonoid, herbivorous, species feeding on invertebrates);
- (7) Li=Lithophiles; F=Phytophylls; I=Neutral; P=pelagophiles; Os=Ostracophiles; CrE=Oviparous (Navodaru et.al, 2002);
- (8) P= Freshwater migrants; LM= Long Distance Migrants (FAME consortium, 2004);

## APPENDIX H

### LIST AND CLASSIFICATION OF AREAS OF THE MARINE ZONE OF THE BRDD, WHICH ARE OF PAN-EUROPEAN SIGNIFICANCE AS HABITATS FOR VARIOUS SPECIES OF FLORA AND FAUNA

#### 1110 Sandy shoals that are permanently covered with a shallow layer of seawater

##### 1110-1 Meadow massifs of sea grass (*Zostera*), which grows on muddy and sandy deposits

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 11.31. Atlantic sea grass meadows of sea bream (*Zosterion marina*: *Zosteretum marinae*): Massifs of sea grass of sea bream are mainly formed by the species *Zostera marina* and usually develop within the intertidal zone at a depth of about 10 meters in the waters of the Atlantic Ocean, the North Sea, the Baltic Sea, the Barents Sea, Baffin Bay and the Labrador Sea.

PAL.CLASS.: 11.333. Formations [*Zostera marina*] and [*Zostera noltii*] on the coast of the Black Sea. Binding to the appropriate plant groups (if necessary):

*Zosteretum marinae* Borgesen ex van Goor 1921; *Zosteretum noltii* Harmsen 1936; *Zannichellietum pedicellatae* Den Hartog 1958.

Dissemination: bays of Zaton, Sakhalin and Musura (Zăton, Sacalin, Musura).

Area: <1 km<sup>2</sup>.

Structure: Shallow sands with a thickness of 1 - 20 m with a sufficiently high level of sedimentation stability and silt content at the level of 5 - 10%.

Indicator species: *Zostera marina*, *Z. noltii* and *Zanichellia pedicellata*, which form monospecies or mixed underwater meadows within quiet bays at depths of up to 4 meters, where conditions of sedimentation stability lead to slight siltation of sand masses.

Typical representatives of the fauna: molluscs *Tellina tenuis*, *Loripes lacteus*, *Lucinella divaricata*, *Solen marginatus*, crustaceans *Upogebia pusilla*, *Carcinus aestuarii* and fish *Zosterisessor ophiocephalus*, *Nerophis ophidion*, *Hippocampus*.

Environmental value: very high

Flora: In the marine areas of the Danube Delta, plant associations may include such species as *Ruppia maritima*, *Potamogeton pectinatus*, *Najas minor* and *Ranunculus baudotii*.

Selected literary sources: Peres & Picard, 1964; Băcescu et al., 1971; Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27., Zaharia et. al., 2008

##### 1110-2 Alluvial dunes formed by medium-grained sands

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 11.125. Banks and shallow water: a shallow layer of water that covers permanently submerged elevated areas of the seabed on the continental shelf (banks, shoals, or shoals).

Binding to the appropriate plant groups (if necessary): absent.

Dissemination: the area of Sakhalin island, located at the entrance to the mouth of St. George arm, as well as the newly formed sand bar that gradually closes Musura bay.

Area: <100 km<sup>2</sup>.

Structure: Medium-grained (200-400 μm) mobile sands, which under the action of strong currents and waves form bars and/or wash forelands, located parallel to the coastline. Over time, when sand accumulates in significant quantities, washout dunes can form floating islands or stationary sand bars.

Indicator species: The species composition of the fauna varies greatly in time and space under conditions of sedimentation instability. The level of biodiversity is low, but the total number

of organisms of each species present can be very high.

Environmental value: moderate

Flora: absent.

Selected literary sources: Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, Zaharia and. al., 2008

### **1110-7 "Wrack grass" areas in the mouths of the Danube arms**

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 11.125. Banks and shallow water: a shallow layer of water that covers permanently submerged elevated areas of the seabed on the continental shelf (banks, shoals, or shoals).

Binding to the appropriate plant groups (if necessary): absent.

Dissemination: Such areas exist in shallow, quiet bays formed along the coastline of the delta.

Area: <1 km<sup>2</sup>.

Structure: The "wrack grass" areas are formed by a dense mass of dead plant material of continental origin, in which the remnants of the vegetation of the group predominate *phragmites*, which decompose slowly.

Indicator species: Stagnant phenomena and the process of slow decomposition of organic materials lead to a lack of oxygen, and in such conditions, specific faunal groups develop, which include polychaete worms, nematodes and some species of side-swimmers.

Environmental value: low.

Flora: absent.

Selected literary sources: Băcescu et al., 1971; Micu et al., 2007, Zaharia et. al., 2008

### **1130 Estuaries**

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 13.2. Estuaries: Extended areas of rivers that form at the point of their confluence with the sea. A more detailed definition of individual areas of estuaries can be provided by combining parts of prefix code 11 with the codes of the corresponding physical-geographic subdivisions of group 13.2. In many cases, river estuaries, as they are formed as a result of sediment accumulation in estuaries, consist of several branches or channels.

Binding to the appropriate plant groups (if necessary): *Phragmitetum australis* (Gams, 1927) Schmale, 1939.

Dissemination: The estuaries of the Danube's branches and the adjacent areas of the sea up to the 20 m isobath, which are significantly affected by the inflow of freshwater river runoff, are estuaries.

Area: >100 km<sup>2</sup>.

Structure: What was once the old estuary of Danube is now completely covered by the sediments and sediments that form the modern Danube Delta. Therefore, the estuary zone (that is, the mixing zone of fresh and salty waters) with its inherent processes and biocenoses now covers the estuaries of the Danube branches (being a brackish wedge-shaped type of estuary) and the adjacent coastal areas of the Black Sea up to the 20 m isobath. During periods of flood runoff, the boundaries of the estuary zone can be significantly expanded. This type of habitat includes all layers of the littoral zone and is the habitat of specific plant and animal complexes.

Indicator species: clams *Abra segmentum*, *Cerastoderma glaucum*, *Mya arenaria*, *Hydrobia* ssp., polychaete worms *Hediste diversicolor*, *Capitella capitata*, crustaceans *Corophium* sp., *Dikerogammarus* sp.

Environmental value: high.

Flora: Swamp species (helophytes).

Selected literary sources: Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, 2007, Zaharia

et. al., 2008

### **1400 Muddy and sandy strips of seashore that are periodically inundated with seawater and remain exposed at low tide**

This habitat type also includes the upper and mid-littoral zones, which are present in all seas. In the case of seas with a very small tidal amplitude (about 0.3 m), such as the Baltic Sea, the Mediterranean Sea and the Black Sea, this type of habitat covers the upper and middle littoral zones of sandy seashores, which are quite narrow and do not form wide tidal bands, which are characteristic of the shores of the Atlantic.

1140-1 Upper littoral sands with or without drift lines

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 14. Intertidal and littoral strips: broad, flat, or nearly flat surfaces of sand, mud, or rock strips that extend along the shores of oceans, associated seas, and bays, and remain covered by water during each tidal event or during part of the annual hydrological cycle, on which there is no any terrestrial vascular vegetation. They are very important feeding grounds for wetland birds. The various invertebrate and algal assemblages associated with these intertidal zones may be more clearly defined within separate subdivisions of Groups 11.27-11.2A; assemblages formed by marine floral plant species that may remain exposed for several hours during each tidal event may be defined within group 11.3; the vegetation of permanent brackish water bodies can be defined within group 11.4.

Binding to the appropriate plant groups (if necessary): absent.

Dissemination: All sandy sea coasts within the BRDD.

Area: < 100 km<sup>2</sup>, constantly changing.

Structure: Areas of the sea coast that are flooded with sea water only during storms. Various floating debris and materials of plant origin (tree trunks, wood fragments, parts of terrestrial and freshwater vegetation, leaves, algae), animal corpses, garbage, and fragments of marine plankton in the form of dense foam may remain in these areas.

Indicator species: The fauna of these areas mainly consists of insects and crustaceans (isopods and bivalves).

Environmental value: moderate

Flora: Absent.

Selected literary sources: Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008

### **1150 Coastal lagoons**

#### **1150-1 Lagoons of the Mediterranean type**

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 21. Coastal lagoons: bodies of water with salty or very salty water located near oceans and associated seas. In many cases, these reservoirs are formed on the site of sea bays, which are gradually cut off from the sea as a result of the formation of more or less significant physical barriers in the form of sand/mud bars and forelands in the mouths of these bays. The plant-animal complexes present, represented by groups of marine plants and benthic invertebrate species, can be characterized using combinations of individual codes assigned to individual subdivisions of groups 11.2, 11.3, and 11.4, in combination with the codes of the corresponding physiographic subdivisions of group 21; benthic assemblages of the Atalasian type present may also be characterized by group codenames 23.12, 23.13, or 23.14, and group 23.2 codenames may be used to identify submerged or floating Atalasian-type macrophytes.

Binding to the appropriate plant groups (if necessary): *Ruppium maritima* (Hacquette 1927) Iversen 1934; *Potamogeton pectinatus* Carstensen 1955, *Phragmites australis* (Gams, 1927) Schmale, 1939, *Typhetum latifoliae* Soó 1927.

Dissemination: On the Romanian coast, this habitat type is represented by Sinoe Lagoon and Lake Zăton.



Area: 17,150 ha

Structure: Salinity levels are highly variable, the boundary between fresh and salt water can change several times during the day depending on the direction of the wind.

Indicator species: The local fauna includes specific species of fish (*Percarina demidoffi*, *Pelecus cultratus*, *Mugil sp.*, *Liza sp.*, *Alosa sp.*), reptiles (*Emys orbicularis*, *Natrix tessellata*), and birds.

Environmental value: very high

Flora: The vegetation of the surrounding wetlands consists of plant groups *Salicornia herbacea*, *Sueda maritima*, *Carex sp.*, *Scirpus maritimus* and cereals.

Selected literary sources: Peres & Picard, 1964; Bacescu et al., 1971; Bensettiti et al., 2004; Micu et al., 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008

## **1160 Large shallow bays and gulfs**

### **1160-1 Shallow closed sandy and muddy areas**

Binding to European classification systems (Palearctic habitats):

PAL.CLASS.: 12. Sea bays and other landforms of the coastal shelf: bays and narrow channels along the coasts of oceans and associated seas, including sea bays, fjords, rias areas and straits - excluding estuaries and estuaries. A more detailed definition of individual areas that belong to this type of habitat can be provided by combining parts of the code names of group 11 with the codes of the corresponding physical-geographic subdivisions of group 12.

Binding to the appropriate plant groups (if necessary): *Najadetum marinae* Fukarek 1961; *Zosteretum marinae* Borgesen ex van Goor 1921; *Zosteretum noltii* Harmsen 1936; *Zannichellietum pedicellatae* Den Hartog 1958.

Dissemination: On the Romanian coast of the Black Sea, this type of habitat is represented by such physical-geographical units as Musura and Sakhalin bays (Musura and Sacalin).

Area:  $\approx 100 \text{ km}^2$

Structure: Sandy areas of quiet closed bays with a depth of no more than 3 m. The muddy sands present in these areas provide good conditions for the development of a rich and diverse flora and fauna, which includes both marine and brackish water species.

Environmental value: high.

Flora: *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Zannichellia pedicellata*, *Najas marina*.

Selected literary sources: Peres & Picard, 1964; Bensettiti et al., 2004; Micu et al. 2007; EUR 27, 2007, Zaharia et. al., 2008. -

- Macrozoobenthos

The marine benthic and invertebrate fauna study area is located in the northern part of the Romanian Black Sea coast, including shallow coastal areas formed in front of the mouths of the Danube branches - from the Sulin branch to the St. George branch - with a depth of 5 m to 20 m. As part of this study, 43 species of macrozoobenthos were identified.

### **List of species of benthic fauna found in shallow areas of the coast in front of the mouths of the Danube branches (Sulin - St. George's branches)**

#### **POLYCHAETA**

*Protodryllus flavocapitatus*

*Capitomastus minimus* LANGRH.

*Heteromastus filicornis*

*Harmothoe reticulata* CLAP.

*Melinna palmata* GRUBE

*Nephtys hombergii* AUD. Et M. - EDW.

*Ph.tuberculata* Bobr.

*Nereis diversicolor* O.F.M.

*N. zonata* MALMGR.

*Neanthes succinea* LEUCK.

*Nerine cirratulus*(DELLE-CHIAJE)

*Mysta picta*  
*Pectinaria koreni*  
*Spio filicornis* (O.F.M)  
*Polydora cornuta* JOHNST.)  
*Pygospio elegans* CLAP.  
*Prionospio cirrifera* WIREN  
*Exogone gemmifera* PAGENST.  
*Capitella capitata* FABR.  
 TURBELLARIATA  
*Leptoplana tremellaris*(O.F.M)  
 MOLLUSCA  
 GASTROPODA  
*Cyclope neritea* (L) syn.  
*Hydrobia ventrosa* (MONTAGU)  
*Nassarius reticulatus* (L.)  
*Retusa truncatula* Bruguiere  
*Rissoa splendida* Eichwald  
*Odostomia rissoides*  
 LAMELLIBRANCHIA  
*Cardium edule lamarki* REEVE  
*Lentidium mediterraneum* (COSTA)  
*Mya arenaria*  
*Mytilus galloprovincialis* LAM.  
*Spisula subtruncata* (RENIER)  
*Anadara inaequalis* Bruguiere  
 CRUSTACEA  
*Balanus improvisus* DARWIN  
*Iphinoe maeotica* (SOV.)  
*I. elisae*  
*Ampelisca diadema* COSTA  
*Stenothoe monoculoides*  
*Corophium runcicorne* D.-V.  
*Microdeutopus gryllotalpa*  
*Phtysica marina*  
*Crangon crangon* (L)  
*Rhytupanopues harisii tridentatus*.

**APPENDIX I**

**LIST AND DESCRIPTION OF NATURA 2000 OBJECTS IN THE ROMANIAN PART OF  
THE DANUBE DELTA**

The Danube Delta is an integral part of the European Natura 2000 ecological network in Romania and is overlapped at the level of the Danube Delta by the following Special Protection Areas (SPAs) and Sites of Community Importance (SCI) established under the Existence Directive (92/43/ CE) and birds (79/409/CE):

No	Name of SCI	Code	Surface of SCI (ha)	Biogeographical Region
1.	Delta Dunării	ROSCI0065	453.645,5	49,8% Steppe and 50,2 <sup>^</sup> Pontic
2.	Delta Dunării – zona marină	ROSCI0066	336.200,2	100% Black Sea marine area
No	Name of SPA	Code	Surface of SCI (ha)	Biogeographical Region
3.	Delta Dunării și Complexul Razim-Sinoie	ROSPA0031	508.302,3	44,74% Steppe and 55,26% Pontic

The Danube Delta is the territory from the first branch of the Danube (Kiliya Chatal), bounded in the east by the coast of the Black Sea, in the north by the Kiliya arm and in the south by the Razim-Sinai lake complex. The Danube Delta itself is the largest component of the site and has a total area of about 4,178 km<sup>2</sup>, of which 3,510 km<sup>2</sup> is located in Romania, which is about 82%. The rest is located on the left side of the Kiliya arm, including its secondary delta, in Ukraine. Taking into account the genesis, hypsometry, water relations between the Danube arms and the hinterland, climatic differences and landscape variability, two large sectors can be distinguished in the Danube Delta - the river delta and the river-sea delta. The river delta is the oldest part of the delta space, which was formed in the former Danube Bay. Its main feature is the relatively large area of river ridges, while the depression areas are smaller and with a large number of lakes (also small in size), which are largely clogged. The river-sea delta passes between the crest of the sea ridges of Letea - Karaorman - Krasnikol in the west and the sea coast in the east. It includes, in addition to the sea ridges of Letea, Karaorman and Sereturile, an important lake complex (Routz-Puyu) and undergoes significant changes in contact with the Black Sea. To the south of the Delta itself, it stretches to the cape, the Razim-Sinai lagoon complex. A large part of the complex is an area of a depression (the old bay of Halmyris), first occupied by the sea, and then divided into two parts by the formation of cords and beams. In recent decades, the complex has undergone major changes due to human activity, turning into a reservoir of fresh water to supply the surrounding irrigation systems. To the west of Tulcha, between the Danube flow and the boundary of the



Figure 1. The territory of the object of the European ecological network Natura 2000

## "Danube Delta"

Table 1 – Types of habitats presented on the ROSCI0065 site

Code	Name	
	Ukrainian	English
1110	Піщані прибережні обмілини, що постійно вкриті незначним шаром морської води	Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time
1150	Узбережні лагуни	Coastal lagoons
1210	Однорічна рослинність лінії прибою	Annual vegetation of drift lines
1310	<i>Salicornia</i> та інші однорічники, які колонізують ділянки, де накопичується мул та пісок	<i>Salicornia</i> and other annuals colonizing mud and sand
1410	Середземноморські засолені луки ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	Mediterranean salt meadows ( <i>Juncetalia maritimi</i> )
1530	Панонські засолені степи та засолені болота (марші)	Pannonic salt steppes and salt marshes
2110	Початкові стадії рухомих дюн	Embryonic shifting dunes
2130	Стабільні узбережні дюни з трав'яною рослинністю ('сірі дюни')	Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation ('grey dunes')
2160	Дюни з <i>Hippophaë rhamnoides</i>	Dunes with <i>Hippophaë rhamnoides</i>
2190	Вологі міждюнні улоговини	<u>Humid dune slacks</u>
3130	Оліготрофні до мезотрофних непроточні (стрічкові) водойми з рослинністю <i>Littorelletea uniflorae</i> та/або <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of the <i>Littorelletea uniflorae</i> and/or of the <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>
3140	Оліго-мезотрофні водойми з твердою (жорсткою) водою та бентосною рослинністю <i>Chara</i> spp	Hard oligo-mesotrophic waters with benthic vegetation of <i>Chara</i> spp
3150	Природні евтрофні озера з рослинністю типу <i>Magnopotamion</i> або <i>Hydrocharition</i>	Natural eutrophic lakes with <i>Magnopotamion</i> or <i>Hydrocharition</i> -type vegetation
3160	Природні дистрофні озера та стави	Natural dystrophic lakes and ponds
3260	Водотоки від рівнинних до монтанних поясів з рослинністю <i>Ranunculion fluitantis</i> та <i>Callitricho-Batrachion</i>	Water courses of plain to montane levels with the <i>Ranunculion fluitantis</i> and <i>Callitricho-Batrachion</i> vegetation
3270	Мулисті береги річок з рослинністю <i>Chenopodion rubri</i> p.p. та <i>Bidention</i> p.p.	Rivers with muddy banks with <i>Chenopodion rubri</i> pp and <i>Bidention</i> pp vegetation
40C0	Понтично-сарматські листопадні зарості	Ponto-Sarmatic deciduous thickets
6120	Трав'яні угруповання на сухих карбонатних пісках	Xeric sand calcareous grasslands
62C0	Понтично-сарматські степи	Ponto-Sarmatic steppes
6410	Луки з <i>Molinia</i> на вапнякових, торф'яних або глинисто-мулових ґрунтах ( <i>Molinion caeruleae</i> )	<u><i>Molinia</i> meadows on calcareous, peaty or clayey-silt-laden soils (<i>Molinion caeruleae</i>)</u>
6420	Середземноморські вологі високотравні угруповання <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Mediterranean tall humid grasslands of the <i>Molinio-Holoschoenion</i>
6430	Гідрофільні прибережні високотравні угруповання рівнин і від монтанного до альпійського висотних поясів	<u>Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels</u>
6440	Алювіальні луки річкових долин <i>Cnidion dubii</i>	Alluvial meadows of river valleys of the <i>Cnidion dubii</i>
6510	Низинні викошувані луки ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )	Lowland hay meadows ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
7210	Активні верхові (оліготрофні) болота	Calcareous fens with <i>Cladium mariscus</i> and species of the <i>Caricion davallianae</i>

91AA	Східні дубові ліси з <i>Quercus alba</i>	Eastern white oak woods
91F0	Прибережні мішані ліси з <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> та <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> або <i>Fraxinus angustifolia</i> вздовж великих річок ( <i>Ulmenion minoris</i> )	Riparian mixed forests of <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> and <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> or <i>Fraxinus angustifolia</i> , along the great rivers ( <i>Ulmenion minoris</i> )
92A0	Галерейні ліси з <i>Salix alba</i> та <i>Populus alba</i>	<i>Salix alba</i> and <i>Populus alba</i> galleries
92D0	Південні прибережні річкові галереї та зарості ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> та <i>Securinegion tinctoriae</i> )	Southern riparian galleries and thickets ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> and <i>Securinegion tinctoriae</i> )

**Table 2 – Priority habitat types of the ROSCI0065 site**

Code	Name	
	Ukrainian	English
1150	Узбережні лагуни	Coastal lagoons
1530	Панонські засолені стеги та засолені болота (марші)	Pannonic salt steppes and salt marshes
2130	Стабільні узбережні дюни з трав'яною рослинністю ('сірі дюни')	Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation ('grey dunes')
40C0	Понтично-сарматські листопадні зарості	Ponto-Sarmatic deciduous thickets
6120	Трав'яні угруповання на сухих карбонатних пісках	Xeric sand calcareous grasslands
62C0	Понтично-сарматські стеги	Ponto-Sarmatic steppes
7210	Активні верхові (оліготрофні) болота	Calcareous fens with <i>Cladium mariscus</i> and species of the <i>Caricion davallianae</i>
91AA	Східні дубові ліси з <i>Quercus alba</i>	Eastern white oak woods

**Table 3 – Taxonomic composition of flora species of the ROSCI0065 site listed in Annex II of Directive 92/43/EEC**

Group	Code	Type	Protective status	
		Name	Red List IUCN	European Red List
<b>Class FERNS (POLYPODIOPSIDA)</b>				
<b>Order <u>Salviniales</u></b>				
<b>Family Marsileaceae</b>				
P	1428	<i>Marsilea quadrifolia</i> Марсилія чотирилиста	LC	VU
<b>ANGIOSPERMAE</b>				
<b>Class <u>Magnoliopsida</u></b>				
<b>Family Asteraceae</b>				
P	2253	<i>Centaurea jankae</i> Волошка джанки	–	VU
P	2255	<i>Centaurea pontica</i> Волошка понтійська	–	DD
<b>Family Boraginaceae</b>				
P	4067	<i>Echium russicum</i> Синяк російський (Синяк червоний)	–	LC
<b>Family Droseraceae</b>				
P	1516	<i>Aldrovanda vesiculosa</i> Альдрованда пухирчаста	EN	DD

**Notes:** Protective status. IUCN Red List and European Red List categories: EN - endangered, VU -

vulnerable, LC - least risk, DD - insufficient data.

**Table 4 Taxonomic composition of fauna species of the ROSCI0065 site listed in Annex II of Directive 92/43/EEC**

Type			Protective status	
Group	Code	Name	Red List IUCN	European Red List
<b>INVERTEBRATES</b>				
<b>Type MOLLUSCA</b>				
<b>Class GASTROPODA</b>				
<b>Order Pulmonata</b>				
<b>Family Planorbidae</b>				
I	4056	<i>Anisus vorticulus</i> Котушка загорнута безкилева	NT	NT
<b>Class INSECTA</b>				
<b>Order Coleoptera</b>				
<b>Family Dytiscidae</b>				
I	1082	<i>Graphoderus bilineatus</i> Плавунець дволінійний	VU	-
<b>Family Cerambycidae</b>				
I	1089	<i>Morimus funereus</i> Морімус темний	VU	-
<b>Order Lepidoptera</b>				
<b>Family Noctuidae</b>				
I	4027	<i>Arytrura musculus</i> Совка мишоподібна	LC	-
<b>Family Cossidae</b>				
I	4028	<i>Catopta thrips</i> Червиця трибс	-	-
<b>Family Pieridae</b>				
I	4036	<i>Leptidea morsei</i> Білюшок Морзе	-	NT
<b>Family Lycaenidae</b>				
I	1060	<i>Lycaena dispar</i> Дукачик непарний, червінець непарний	NT	LC
<b>Order Odonata)</b>				
<b>Family Coenagrionidae</b>				
I	4045	<i>Coenagrion ornatum</i> Стрілка прикрашена	LC	NT
<b>Family Gomphidae</b>				
I	1037	<i>Ophiogomphus cecilia</i> Дідок рогатий	LC	LC
<b>Type CHORDATA</b>				
<b>Base class FISH (PISCES)</b>				
<b>Class ACTINOPTERYGII</b>				
<b>Infraclass Teleostei</b>				
<b>Order Clupeiformes</b>				
<b>Family Clupeidae</b>				
F	4125	<i>Alosa immaculate</i> Оселедець чорноморський	VU	VU
F	4127	<i>Alosa tanaica</i> Пузанок азовський	LC	LC

<b>Order Salmoniformes</b>				
<b>Family Umbridae</b>				
F	2011	<i>Umbra krameri</i> Умбра звичайна	VU	VU
<b>Order Cypriniformes</b>				
<b>Family Cyprinidae</b>				
F	1130	<i>Aspius aspius</i> Білизна звичайна	LC	LC
F	1124	<i>Gobio albipinnatus</i> Пічкур білоперий	LC	LC
F	2511	<i>Gobio kessleri</i> Пічкур-білопер дністровський	LC	LC
F	2522	<i>Pelecus cultratus</i> Чехоня	LC	LC
F	1134	<i>Rhodeus sericeus amarus</i> Гірчак європейський	LC	LC
<b>Family Cobitidae</b>				
F	1149	<i>Cobitis taenia</i> Щипавка звичайна	LC	LC
F	1146	<i>Sabanejewia aurata</i> Щипавка золотиста	LC	LC
F	1145	<i>Misgurnus fossilis</i> В'юн звичайний	LC	LC
<b>Order Perciformes</b>				
<b>Family Percidae</b>				
F	2555	<i>Gymnocephalus baloni</i> Йорж Балона	LC	LC
F	1157	<i>Gymnocephalus schraetzer</i> Йорж смугастий	LC	LC
F	1160	<i>Zingel streber</i> Чіп малий	LC	LC
F	1159	<i>Zingel zingel</i> Чіп звичайний	LC	LC
<b>Class AMPHIBIA</b>				
<b>Order Caudata</b>				
<b>Family Salamandridae</b>				
A	1993	<i>Triturus dobrogicus</i> Тритон дунайський	NT	NT
<b>Order Anura</b>				
<b>Family Bombinatoridae</b>				
A	1188	<i>Bombina bombina</i> Кумка червоночерева	LC	LC
<b>Class REPTILIA</b>				
<b>Order Testudines</b>				
<b>Family Emydidae</b>				
R	1220	<i>Emys orbicularis</i> Європейська болотна черепаха	NT	NT
R	1219	<i>Testudo graeca</i> Черепаха грецька	VU	VU
<b>Order Squamata</b>				
<b>Infraorder Serpentes</b>				
<b>Family Viperidae</b>				



R	1298	<i>Vipera ursinii</i> Гадюка степова	VU	VU
<b>Class MAMMALIA</b>				
<b>Superorder Rodentia</b>				
<b>Order Muriformes</b>				
<b>Family Castoridae</b>				
M	1337	<i>Castor fiber</i> Бобер європейський, або річковий	LC	LC
<b>Family Cricetidae</b>				
M	2609	<i>Mesocricetus newtoni</i> Хом'як Ньютона	LC	NT
<b>Family Sciuridae</b>				
M	1335	<i>Spermophilus citellus</i> Ховрах європейський	VU	VU
<b>Order Carnivora</b>				
<b>Family Mustelidae</b>				
M	1355	<i>Lutra lutra</i> Видра річкова	NT	NT
M	2633	<i>Mustela eversmanii</i> Тхір степовий	LC	LC
M	1356	<i>Mustela lutreola</i> Норка європейська	CR	EN
M	2635	<i>Vormela peregusna</i> Перегузня звичайна	VU	VU

**Notes:** Protective status. IUCN Red List and European Red List categories: CR - Endangered, EN - Endangered, VU - Vulnerable, NT - Near Threatened, LC - Least Risk.

### Ecological features of the biota

2 types of flora have an unfavorable protection status: Red List: VU (vulnerable) – *Marsilea quadrifolia*, *Centaurea jankae* and 14 species of fauna: European Red List: EN (endangered) – European mink (*Mustela lutreola*); VU (vulnerable) – black sea herring (*Alosa immaculate*), common umbra (*Umbra krameri*), Greek tortoise (*Testudo graeca*), steppe viper (*Vipera ursinii*), European gopher (*Spermophilus citellus*), common diaper (*Vormela peregusna*), NT (close to the threatening) – lesser ramshorn snail (*Anisus vorticulus*), Morse's squirrel (*Leptidea morsei*), decorated arrow (*Coenagrion ornatum*), Danube newt (*Triturus dobrogicus*), European bog turtle (*Emys orbicularis*), Newton's hamster (*Mesocricetus newtoni*), river otter (*Lutra lutra*).

### The effect of changes in water content on biota

A change in water level can probably have an impact on the condition of settlements: 1110, 1150, 1210, 1310, 1410, 1530, 2190, 3130, 3150, 3260, 3270, 6420, 6440, 6510, 91F0, 92D0.

A change in water level can probably have an impact on the condition of spawning areas and, accordingly, on the number of populations of ichthyofauna species. It is also possible to influence the state of the population of the Danube newt (*Triturus dobrogicus*) and the European



	Ukrainian	English
1110	Піщані прибережні обмілини, що постійно вкриті незначним шаром морської води	Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time
1130	Естуарії	Estuaries
1140	Мулисті та піщані обмілини, які не вкриті водою під час відпливу	Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide
1180	Підводні утворення, що сформувалися унаслідок виходу газів	Submarine structures made by leaking gases

**Table 6 – Taxonomic composition of faunal species of the ROSCI0066 site listed in Annex II of Directive 92/43/EEC**

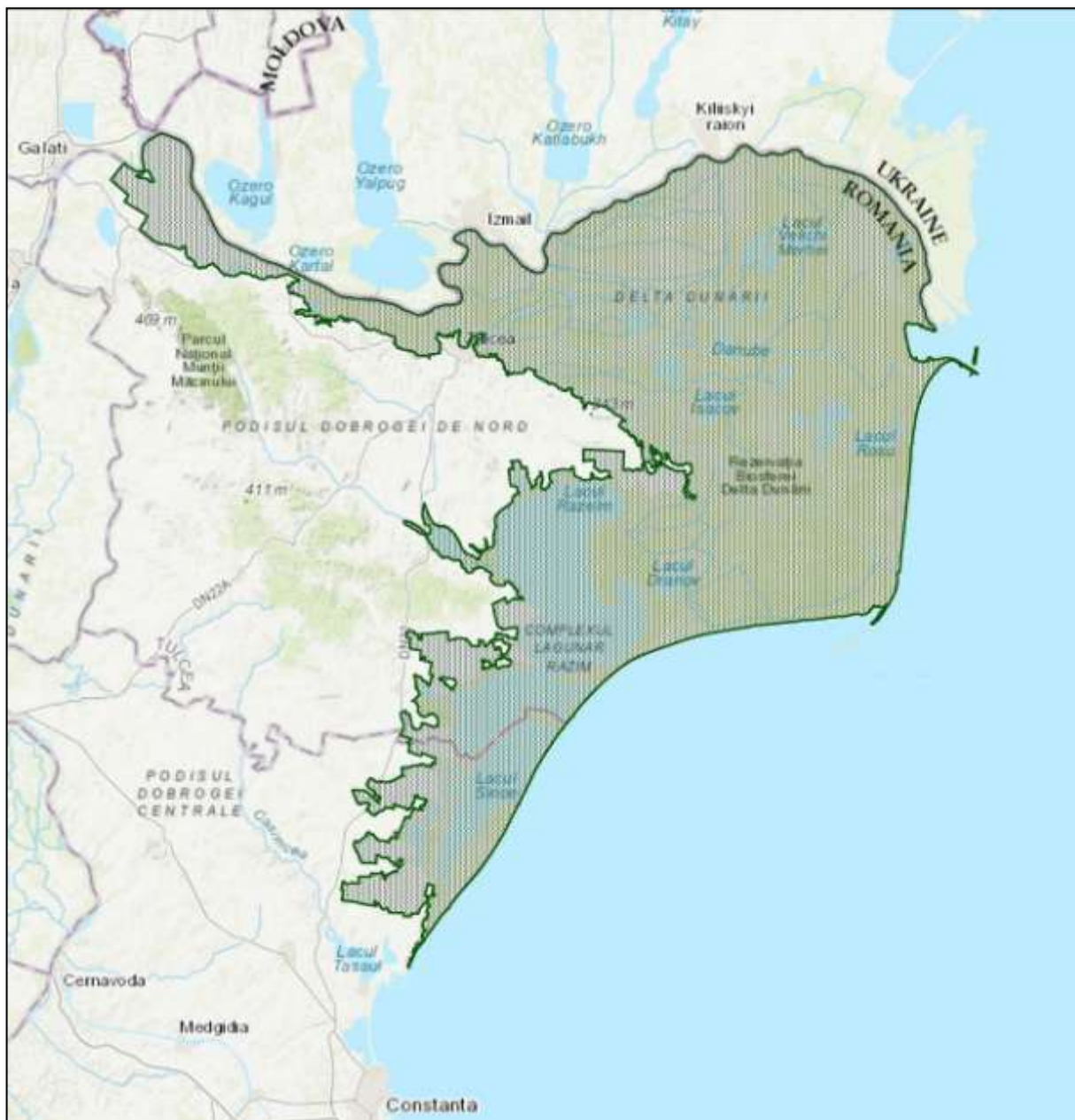
Type			Protective status	
Group	Code	Name	Red List IUCN	European Red List
<b>Superclass FISH (PISCES)</b>				
<b>Class ACTINOPTERYGII</b>				
<b>Infraclass Teleostei</b>				
<b>Order Clupeiformes</b>				
<b>Family Clupeidae</b>				
F	4125	<i>Alosa immaculate</i> Оселедець чорноморський	VU	VU
F	4127	<i>Alosa tanaica</i> Пузанок азовський	LC	LC
<b>Class MAMMALIA</b>				
<b>Order Cetacea</b>				
<b>Family Delphinidae</b>				
M	1349	<i>Tursiops truncatus</i> Афаліна звичайна	LC	DD
<b>Family Phocoenidae</b>				
M	1351	<i>Phocoena phocoena</i> Морська свиня (Азовка)	LC	VU

**Notes:** Protective status. IUCN Red List and European Red List categories: VU – vulnerable, LC – least risk, DD – insufficient data.

2 species have unfavorable conservation status: European Red List: VU (vulnerable) – Black Sea herring (*Alosa immaculate*), porpoise (Azov) (*Phocoena phocoena*).

### ***ROSPA0031 Danube Delta and the Razim-Sina complex***

ROSPA0031 “Danube Delta and the Razim-Sina complex” (Fig. 3) intended for the conservation of birds of Community interest: 221 species of birds (united in 16 orders and 45 families) listed in Annex I to Directive 2009/147/EC, of which 13 are resident species, 95 are breeding, 38 - hibernate, 137 - are in this zone during migrations (Table 7).



Square 508,302.3 hectares

Figure 3 The territory of the object of the European ecological network Natura 2000

"The Danube Delta and the Razim-Sina Complex"

Table 7 Taxonomic composition of the avifauna species of the site ROSPA0031, listed in Article 4 of Directive 2009/147/EC and in Annex II to Directive 92/43/EEC

Type		Stay status	Чисельність популяції	Protective status	
Group	Code			Name	Red List IUCN
<b>Order Gaviiformes</b>					
<b>Family Gaviidae)</b>					

В	A001	<i>Gavia stellata</i> Гагара червоношия	W	40-50	LC	LC
В	A002	<i>Gavia arctica</i> Гагара чорношия	W	50-80	LC	LC
<b>Order Podicipediformes</b>						
<b>Family Podicipedidae</b>						
В	A004	<i>Tachybaptus (Podiceps) ruficollis</i> Пірникоза мала	P	–	LC	LC
В	A008	<i>Podiceps nigricollis</i> Пірникоза чорношия	R, C, W	–	LC	LC
В	A006	<i>Podiceps grisegena</i> Пірникоза сірощока	R	400-800	LC	LC
В	A006	<i>Podiceps grisegena</i> Пірникоза сірощока	C	5000-10000	LC	LC
В	A005	<i>Podiceps cristatus</i> ірникоза велика	P	–	LC	LC
<b>Order Procellariiformes</b>						
<b>Family Procellariidae</b>						
В	A464	<i>Puffinus yelkouan</i> Буревісник левантський	C	20-100	VU	LC
<b>Order Pelecaniformes</b>						
<b>Family Pelecanidae</b>						
В	A019	<i>Pelecanus onocrotalus</i> Пелікан рожевий	R	3560-4160	LC	LC
В	A020	<i>Pelecanus crispus</i> Пелікан кучерявий	R	320-410	VU	LC
<b>Family Phalacrocoracidae</b>						
В	A017	<i>Phalacrocorax carbo</i> Баклан великий	R	8000-12000	LC	LC
В	A017	<i>Phalacrocorax carbo</i> Баклан великий	C	40000-50000	LC	LC
В	A017	<i>Phalacrocorax carbo</i> Баклан великий	W	3000-7000	LC	LC
В	A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> Баклан малий	R	8700-9500	LC	LC
В	A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> Баклан малий	C	4000-6500	LC	LC
В	A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> Баклан малий	W	4000-6500	LC	LC
<b>Order Ciconiiformes</b>						
<b>Family Ardeidae</b>						
В	A021	<i>Botaurus stellaris</i> Бугай	R	800-1000	LC	LC
В	A022	<i>Ixobrychus minutus</i> Бугайчик	R	3000-3500	LC	LC
В	A023	<i>Nycticorax nycticorax</i> Квак	R	3500-4000	LC	LC
В	A024	<i>Ardeola ralloides</i> Чапля жовта	R	3000-4000	LC	LC
В	A025	<i>Bubulcus ibis</i> Чапля єгипетська	R	2-8	LC	LC
В	A027	<i>Egretta alba</i> Чепура велика	R	320-360	LC	LC

В	A027	<i>Egretta alba</i> Чепура велика	W	1000-1200	LC	LC
В	A026	<i>Egretta garzetta</i> Чепура мала	R	1700-2500	LC	LC
В	A028	<i>Ardea cinerea</i> Чапля сіра	P	600-800	LC	LC
В	A029	<i>Ardea purpurea</i> Чапля руда	R	230-450	LC	LC
<b>Family Threskiornithidae</b>						
В	A034	<i>Platalea leucorodia</i> Косар	R	360-440	LC	LC
В	A032	<i>Plegadis falcinellus</i> Коровайка	R	2000-3200	LC	LC
<b>Family Ciconiidae</b>						
В	A031	<i>Ciconia ciconia</i> Лелека білий	R	100-120	LC	LC
В	A031	<i>Ciconia ciconia</i> Лелека білий	C	45000-60000	LC	LC
В	A030	<i>Ciconia nigra</i> Лелека чорний	R	2-5	LC	LC
В	A030	<i>Ciconia nigra</i> Лелека чорний	C	500-1000	LC	LC
<b>Order Anseriformes</b>						
<b>Family Anatidae)</b>						
В	A396	<i>Branta (Rufibrenta) ruficollis</i> Казарка червоновола	C	7000-24000	VU	NT
В	A396	<i>Branta (Rufibrenta) ruficollis</i> Казарка червоновола	W	1000-3000	VU	NT
В	A043	<i>Anser anser</i> Гуска сіра	W	6500-15000	LC	LC
В	A042	<i>Anser erythropus</i> Гуска мала	W	10-30	VU	EN
В	A039	<i>Anser fabalis</i> Гуменник	C	20-120	LC	LC
В	A036	<i>Sygnus olor</i> Лебідь-шипун	W	3600-5300	LC	LC
В	A038	<i>Sygnus cygnus</i> Лебідь-кликун	W	340-1270	LC	LC
В	A037	<i>Sygnus columbianus bewickii</i> Лебідь малий	W	10-40	LC	EN
В	A048	<i>Tadorna tadorna</i> Галагаз	W	800-1200	LC	LC
В	A053	<i>Anas platyrhynchos</i> Крижень	W	20000-40000	LC	LC
В	A052	<i>Anas crecca</i> Чирянка мала	C	9000-20000	LC	LC
В	A051	<i>Anas strepera</i> Нерозень	W	1300-3000	LC	LC
В	A05	<i>Anas penelope</i> Свищ	C	8000-10000	LC	LC
В	A055	<i>Anas querquedula</i> Чирянка велика	C	4500-8000	LC	LC

B	A054	<i>Anas acuta</i> Шилохвіст	C	1200-7000	LC	LC
B	A056	<i>Anas clypeata</i> Широконоска	C	9000-10000	LC	LC
B	A058	<i>Netta rufina</i> Чернь червонодзьоба	C	–	LC	LC
B	A058	<i>Netta rufina</i> Чернь червонодзьоба	W	540-2470	LC	LC
B	A059	<i>Aythya ferina</i> Попелюх	W	24000-38000	VU	VU
B	A060	<i>Aythya nyroca</i> Чернь білоока	R	3800-42000	NT	LC
B	A061	<i>Aythya fuligula</i> Чернь чубата	W	18000-20000	LC	LC
B	A067	<i>Vicperhala clangula</i> Гоголь	R	30-50	LC	LC
B	A067	<i>Vicperhala clangula</i> Гоголь	W	1000-1200	LC	LC
B	A071	<i>Oxyura leucocephala</i> Савка	W	1-4	EN	EN
B	A068	<i>Mergus albellus</i> Крех малий	R	–	LC	LC
B	A068	<i>Mergus albellus</i> Крех малий	W	4000-5000	LC	LC
B	A069	<i>Mergus serrator</i> Крех середній	C	230-340	LC	LC
B	A070	<i>Mergus merganser</i> Крех великий	W	120-180	LC	LC
<b>Order Falconiformes</b>						
<b>Family Pandionidae</b>						
B	A094	<i>Pandion haliaetus</i> Скопа	C	-	LC	LC
<b>Family Accipitridae</b>						
B	A073	<i>Milvus migrans</i> Шуліка чорний	R	6-7	LC	LC
B	A073	<i>Milvus migrans</i> Шуліка чорний	C	20-30	LC	LC
B	A082	<i>Circus cyaneus</i> Лунь польовий	W	150-200	LC	NT
B	A083	<i>Circus macrourus</i> Лунь степовий	C	50-60	NT	NT
B	A084	<i>Circus pygargus</i> Лунь лучний	R	3-6	LC	LC
B	A084	<i>Circus pygargus</i> Лунь лучний	C	500-800	LC	LC
B	A081	<i>Circus aeruginosus</i> Лунь очеретяний	R	300-400	LC	LC
B	A086	<i>Accipiter nisus</i> Яструб малий	C, W	–	LC	LC
B	A402	<i>Accipiter brevipes</i> Яструб коротконогий	R	3-5	LC	LC
B	A402	<i>Accipiter brevipes</i> Яструб коротконогий	C	40-80	LC	LC
B	A088	<i>Buteo lagopus</i> Зимняк	W	–	LC	LC

B	A403	<i>Buteo rufinus</i> Канюк степовий	R	4-5	LC	LC
B	A087	<i>Buteo buteo</i> Канюк звичайний	P, C	–	LC	LC
B	A080	<i>Circaetus gallicus</i> Зміїд	C	–	LC	LC
B	A092	<i>Hieraaetus pennatus</i> Орел-карлик	C	50-60	LC	LC
B	A090	<i>Aquila clanga</i> Підорлик великий	W	8-14	LC	EN
B	A089	<i>Aquila pomarina</i> Підорлик малий	C	200-300	LC	LC
B	A404	<i>Aquila heliaca</i> Могильник	C	1-3	VU	LC
B	A075	<i>Haliaeetus albicilla</i> Орлан-білохвіст	R	26-28	LC	LC
<b>Family Falconidae</b>						
B	A511	<i>Falco cherrug</i> Балабан	R	2-4	EN	VU
B	A511	<i>Falco cherrug</i> Балабан	W	5-10	EN	VU
B	A103	<i>Falco peregrinus</i> Сапсан	R	2-4	LC	LC
B	A103	<i>Falco peregrinus</i> Сапсан	W	10-20	LC	LC
B	A099	<i>Falco subbuteo</i> Підсоколик великий	R	–	LC	LC
B	A098	<i>Falco columbarius</i> Підсоколик малий	W	20-60	LC	LC
B	A097	<i>Falco vespertinus</i> Кібчик	R	300-350	NT	NT
B	A097	<i>Falco vespertinus</i> Кібчик	C	2000-3000	NT	NT
B	A095	<i>Falco naumanni</i> Боривітер степовий	R	1-3	LC	LC
<b>Order Gruiformes</b>						
<b>Family Gruidae</b>						
B	A127	<i>Grus grus</i> Журавель сирій	C	–	LC	LC
<b>Family Rallidae</b>						
B	A118	<i>Rallus aquaticus</i> Пастушок	P	–	LC	LC
B	A119	<i>Porzana porzana</i> Погонич звичайний	R	300-400	LC	LC
B	A120	<i>Porzana parva</i> Погонич малий	R	2000-3000	LC	LC
B	A121	<i>Porzana pusilla</i> Погонич-крихітка	C	–	LC	LC
B	A123	<i>Gallinula chloropus</i> Курочка водяна	P	–	LC	LC
B	A125	<i>Fulica atra</i> Лиска	R	–	LC	LC
B	A125	<i>Fulica atra</i> Лиска	C	80000-100000	LC	LC
B	A125	<i>Fulica atra</i> Лиска	W	40000-50000	LC	LC



<b>Order Charadriiformes</b>						
<b>Family Burhinidae</b>						
B	A133	<i>Burhinus oedicnemus</i> Лежень	R	44-60	LC	LC
<b>Family Charadriidae</b>						
B	A141	<i>Pluvialis squatarola</i> Сивка морська	C	2500-3000	LC	LC
B	A140	<i>Pluvialis apricaria</i> Сивка звичайна	C	300-500	LC	LC
B	A138	<i>Charadrius alexandrinus</i> Пісочник морський	R	90-120	LC	LC
B	A138	<i>Charadrius alexandrinus</i> Пісочник морський	C	450-520	LC	LC
B	A139	<i>Charadrius (Eudromias)</i> <i>morinellus</i> Хрустан	C	–	LC	LC
B	A142	<i>Vanellus vanellus</i> Чайка	R	500-600	NT	VU
B	A142	<i>Vanellus vanellus</i> Чайка	C	10000-12000	NT	VU
B	A169	<i>Arenaria interpres</i> Крем'яшник	C	80-120	LC	LC
<b>Family Recurvirostridae</b>						
B	A131	<i>Himantopus himantopus</i> Кулик-довгоніг	R	220-370	LC	LC
B	A131	<i>Himantopus himantopus</i> Кулик-довгоніг	C	1400-2200	LC	LC
B	A132	<i>Recurvirostra avosetta</i> Чоботар	R	220-280	LC	LC
B	A132	<i>Recurvirostra avosetta</i> Чоботар	C	800-1200	LC	LC
<b>Family Haematopodidae</b>						
B	A130	<i>Haematopus ostralegus</i> Кулик-сорока	R	15-20	NT	VU
<b>Family Scolopacidae</b>						
B	A165	<i>Tringa ochropus</i> Коловодник лісовий	C	4000-50000	LC	LC
B	A164	<i>Tringa nebularia</i> Коловодник великий	C	1300-2600	LC	LC
B	A162	<i>Tringa tetanus</i> Коловодник звичайний	C	3500-12000	LC	LC
B	A161	<i>Tringa erythropus</i> Коловодник чорний	C	3000-4000	LC	LC
B	A163	<i>Tringa stagnatilis</i> Коловодник ставковий	C	600-700	LC	LC
B	A168	<i>Actitis hypoleucos</i> Набережник	C	400-700	LC	LC
B	A167	<i>Xenus cinereus</i> Мородунка	C	1-3	LC	LC
B	A170	<i>Phalaropus lobatus</i> Плавунець круглодзьобий	C	700-1200	LC	LC
B	A151	<i>Philomachus pugnax</i> Брижач	C	1300-18000	LC	LC
B	A145	<i>Calidris minuta</i> Побережник малий	C	2800-3200	LC	LC

B	A146	<i>Calidris temminckii</i> Побережник білохвостий	C	120-400	LC	LC
B	A147	<i>Calidris ferruginea</i> Побережник червоногрудий	C	8000-9000	NT	VU (W)
B	A149	<i>Calidris alpine</i> Побережник чорногрудий	C	10000-17000	LC	LC
B	A143	<i>Calidris canutus</i> Побережник ісландський	C	1-5	NT	LC
B	A144	<i>Calidris alba</i> Побережник білий	C	300-800	LC	LC
B	A150	<i>Limicola falcinellus</i> Побережник болотяний	C	700-950	LC	LC
B	A152	<i>Limnocryptes minimus</i> Баранець малий	C	500-1000	LC	LC
B	A153	<i>Gallinago gallinago</i> Баранець звичайний	C	5000-10000	LC	LC
B	A154	<i>Gallinago media</i> Баранець великий	C	20-80	NT	LC
B	A155	<i>Scolopax rusticola</i> Слуква	C, W	–	LC	LC
B	A159	<i>Numenius tenuirostris</i> Кроншнеп тонкодзьобий	C	1-3	CR	CR
B	A160	<i>Numenius arquata</i> Кроншнеп великий	C	4500-6000	NT	VU
B	A158	<i>Numenius phaeopus</i> Кроншнеп середній	C	200-500	LC	LC
B	A156	<i>Limosa limosa</i> Грицик великий	C	10000-15000	NT	VU
B	A157	<i>Limosa lapponica</i> Грицик малий	C	1-5	LC	LC
<b>Family Glareolidae</b>						
B	A135	<i>Glareola pratincola</i> Дерихвіст лучний	R	420-540	LC	LC
B	A515	<i>Glareola nordmanni</i> Дерихвіст степовий	R	1-5	NT	VU
<b>Family Stercorariidae</b>						
B	A174	<i>Stercorarius longicaudus</i> Поморник довгохвостий	C	–	LC	LC
B	A173	<i>Stercorarius parasiticus</i> Поморник короткохвостий	C	–	LC	LC
<b>Family Laridae</b>						
B	A176	<i>Larus melanocephalus</i> Мартин середземноморський	R	160-200	LC	LC
B	A177	<i>Larus minutus</i> Мартин малий	C	10000-12000	LC	LC
B	A179	<i>Larus ridibundus</i> Мартин звичайний	R	2000-3000	LC	LC

В	A179	<i>Larus ridibundus</i> Мартин звичайний	С	20000-50000		
В	A180	<i>Larus genei</i> Мартин тонкодзьобий	С	20-70	LC	LC
В	A183	<i>Larus fuscus</i> Мартин чорнокрилий	С	200-400	LC	LC
В	A459	<i>Larus cachinnans</i> Мартин жовтоногий	Р	1500-2000	LC	LC
В	A459	<i>Larus cachinnans</i> Мартин жовтоногий	С	15000-20000		
В	A182	<i>Larus canus</i> Мартин сивий	С	4000-10000	LC	LC
В	A197	<i>Chlidonias niger</i> Крячок чорний	Р	200-300	LC	LC
В	A196	<i>Chlidonias hybridus</i> Крячок білощокий	Р	5000-6000	LC	LC
В	A196	<i>Chlidonias hybridus</i> Крячок білощокий	С	30000-50000		
В	A189	<i>Gelochelidon nilotica</i> Крячок чорнодзьобий	Р	8-12	LC	LC
В	A189	<i>Gelochelidon nilotica</i> Крячок чорнодзьобий	С	320-350		
В	A190	<i>Sterna (Hydroprogne) caspia</i> Крячок каспійський	С	500-1000	LC	LC
В	A191	<i>Sterna (Thalasseus) sandvicensis</i> Крячок рябодзьобий	Р	250-300	LC	LC
В	A191	<i>Sterna (Thalasseus) sandvicensis</i> Крячок рябодзьобий	С	3000-5000	LC	LC
В	A193	<i>Sterna hirundo</i> Крячок річковий	Р	1800-2300	LC	LC
В	A195	<i>Sterna albifrons</i> Крячок малий	Р	40-100	LC	LC
<b>Order Columbiformes)</b>						
<b>Family Columbidae</b>						
В	A207	<i>Columba oenas</i> Голуб-синяк	Р, С	–	LC	LC
В	A210	<i>Streptopelia turtur</i> Горлиця звичайна	С	–	VU	VU
<b>Family Strigiformes</b>						
<b>Family Strigidae</b>						
В	A221	<i>Asio otus</i> Сова вухата	Р	–	LC	LC
В	A222	<i>Asio flammeus</i> Сова болотяна	W	8-12	LC	LC
В	A214	<i>Otus scops</i> Совка	С	–	LC	LC
<b>Order Apodiformes</b>						
<b>Family Apodidae</b>						
В	A226	<i>Apus apus</i> Серпокрилець чорний	С	–	LC	LC
В	A228	<i>Apus melba</i> Серпокрилець білочеревий	С	–	LC	LC

<b>Order Coraciiformes</b>						
<b>Family Coraciidae</b>						
B	A231	<i>Coracias garrulus</i> Сиворакша	R	500-600	LC	LC
<b>Family Alcedinidae</b>						
B	A229	<i>Alcedo atthis</i> Рибалочка	R	1500-1700	LC	VU
<b>Family Meropidae</b>						
B	A230	<i>Merops apiaster</i> Бджолоїдка	R	–	LC	VU
<b>Order Upupiformes</b>						
<b>Family Upupidae</b>						
B	A232	<i>Upupa epops</i> Одуд	R	–	LC	LC
<b>Order Piciformes</b>						
<b>Family Picidae</b>						
B	A234	<i>Picus canus</i> Жовна сива	P	–	LC	LC
B	A236	<i>Dryocopus martius</i> Жовна чорна	P	–	LC	LC
B	A429	<i>Dendrocopos syriacus</i> Дятел сирійський	P	–	LC	LC
B	A238	<i>Dendrocopos medius</i> Дятел середній	P	–	LC	LC
<b>Order Passeriformes</b>						
<b>Family Hirundinidae</b>						
B	A249	<i>Riparia riparia</i> Ластівка берегова	R, C	–	LC	LC
B	A251	<i>Hirundo rustica</i> Ластівка сільська	R, C	–	LC	LC
B	A438	<i>Hirundo daurica</i> Ластівка даурська	R, C	–	LC	LC
B	A253	<i>Delichon urbica</i> Ластівка міська	R	–	LC	LC
<b>Family Alaudidae</b>						
B	A242	<i>Melanocorypha calandra</i> Жайворонок степовий	R	–	LC	LC
B	A246	<i>Lullula arborea</i> Жайвлоронок лісовий	R, C	–	LC	LC
B	A247	<i>Alauda arvensis</i> Жайворонок польовий	R	–	LC	LC
<b>Family Motacillidae</b>						
B	A255	<i>Anthus campestris</i> Щеврик польовий	R	–	LC	LC
B	A256	<i>Anthus trivialis</i> Щеврик лісовий	C	–	LC	LC
B	A258	<i>Anthus cervinus</i> Щеврик червоногрудий	C	–	LC	LC
B	A259	<i>Anthus spinoletta</i> Щеврик гірський	C	–	LC	LC
B	A260	<i>Motacilla flava</i> Плиска жовта	R	–	LC	LC

B	A261	<i>Motacilla cinerea</i> Плиска гірська	C	–	LC	LC
B	A262	<i>Motacilla alba</i> Плиска біла	R, C	–	LC	LC
<b>Family Laniidae</b>						
B	A338	<i>Lanius collurio</i> Сорокопуд терновий	R, C	–	LC	LC
B	A341	<i>Lanius senator</i> Сорокопуд червоноголовий	C	–	LC	LC
B	A339	<i>Lanius minor</i> Сорокопуд чорнолобий	R, C	–	LC	LC
B	A340	<i>Lanius excubitor</i> Сорокопуд сирій	W	–	LC	VU
<b>Family Oriolidae</b>						
B	A337	<i>Oriolus oriolus</i> Вивільга	R	–	LC	LC
<b>Family Sturnidae</b>						
B	A351	<i>Sturnus vulgaris</i> Шпак звичайний	R, C	–	LC	LC
B	A353	<i>Sturnus roseus</i> Шпак рожевий	R, C	–	LC	LC
<b>Family Bombycillidae</b>						
B	A263	<i>Bombycilla garrulus</i> Омелюх	W	–	LC	LC
<b>Family Prunellidae</b>						
B	A263	<i>Prunella modularis</i> Тинівка лісова	W	–	LC	LC
<b>Family Sylviidae</b>						
B	A292	<i>Locustella luscinioides</i> Кобилочка солов'їна	R	–	LC	LC
B	A290	<i>Locustella naevia</i> Кобилочка-цвіркун	C	–	LC	LC
B	A293	<i>Acrocephalus melanopogon</i> Очеретянка тонкодзьоба	R	–	LC	LC
B	A295	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> Очеретянка лучна	R, C	–	LC	LC
B	A296	<i>Acrocephalus palustris</i> Очеретянка чагарникова	R, C	–	LC	LC
B	A297	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> Очеретянка ставкова	R, C	–	LC	LC
B	A298	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> Очеретянка велика	R, C	–	LC	LC
B	A299	<i>Hippolais icterina</i> Берестянка звичайна	R, C	–	LC	LC
B	A438	<i>Hippolais pallida</i> Берестянка бліда	R	–	LC	LC
B	A307	<i>Sylvia nisoria</i> Кропив'янка рябогруда	R, C	–	LC	LC

В	A311	<i>Sylvia atricapilla</i> Кропив'янка чорноголова	С	–	LC	LC
В	A310	<i>Sylvia borin</i> Кропив'янка садова	С	–	LC	LC
В	A309	<i>Sylvia communis</i> Кропив'янка сіра	С	–	LC	LC
В	A308	<i>Sylvia curruca</i> Кропив'янка прудка	С	–	LC	LC
В	A316	<i>Phylloscopus trochilus</i> Вівчарик весняний	С	–	LC	LC
В	A315	<i>Phylloscopus collybita</i> Вівчарик-ковалик	С	–	LC	LC
В	A314	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> Вівчарик жовтобровий	С	–	LC	LC
<b>Family Regulidae</b>						
В	A317	<i>Regulus regulus</i> Золотомушка жовточуба	С	–	LC	LC
<b>Family Muscipidae</b>						
В	A322	<i>Ficedula hypoleuca</i> Мухоловка строката	С	–	LC	LC
В	A320	<i>Ficedula parva</i> Мухоловка мала	С	–	LC	LC
В	A319	<i>Muscicapa striata</i> Мухоловка сіра	R, C	–	LC	LC
В	A275	<i>Saxicola rubetra</i> Трав'янка лучна	С	–	LC	LC
В	A276	<i>Saxicola torquata</i> Трав'янка чорноголова	С	–	LC	LC
В	A277	<i>Oenanthe oenanthe</i> Кам'янка звичайна	R, C	–	LC	LC
В	A533	<i>Oenanthe pleschanka</i> Кам'янка лиса	R	–	LC	LC
В	A278	<i>Oenanthe hispanica</i> Кам'янка іспанська	С	–	LC	LC
В	A435	<i>Oenanthe isabellina</i> Кам'янка попеляста	С	–	LC	LC
В	A274	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> Горихвістка звичайна	R, C	–	LC	LC
В	A273	<i>Phoenicurus ochruros</i> Горихвістка чорна	С	–	LC	LC
В	A271	<i>Luscinia megarhynchos</i> Соловейко західний	R, C	–	LC	LC
В	A270	<i>Luscinia luscinia</i> Соловейко східний	R, C	–	LC	LC
В	A272	<i>Luscinia svecica</i> Синьошийка	R	–	LC	LC
В	A284	<i>Turdus pilaris</i> Чикотень	С	–	LC	LC
В	A286	<i>Turdus iliacus</i> Дрізд білобровий	С		NT	NT
В	A285	<i>Turdus philomelos</i> Дрізд співочий	С	–	LC	LC

B	A287	<i>Turdus viscivorus</i> Дрізд-омелюх	C	–	LC	LC
<b>Family Paridae</b>						
B	A336	<i>Remiz pendulinus</i> Ремез	P	–	LC	LC
<b>Family Certhiidae</b>						
B	A335	<i>Certhia brachydactyla</i> Підкоришник короткопалий	P	–	LC	LC
<b>Family Fringillidae</b>						
B	A359	<i>Fringilla coelebs</i> Зяблик	R, C	–	LC	LC
B	A360	<i>Fringilla montifringilla</i> В'юрок	W	–	LC	LC
B	A361	<i>Serinus serinus</i> Щедрик	R	–	LC	LC
B	A363	<i>Carduelis (Chloris)</i> <i>chloris</i> Зеленьак	R, C	–	LC	LC
B	A365	<i>Carduelis (Spinus)</i> <i>spinus</i> Чиж	C	–	LC	LC
B	A364	<i>Carduelis carduelis</i> Щиглик	R, C	–	LC	LC
B	A366	<i>Carduelis (Acanthis)</i> <i>cannabina</i> Коноплянка	R, C	–	LC	LC
B	A368	<i>Carduelis (Acanthis)</i> <i>flammea</i> Чечітка звичайна	C	–	LC	LC
B	A371	<i>Carpodacus erythrinus</i> Чечевиця	C	–	LC	LC
<b>Family Emberizidae</b>						
B	A383	<i>Miliaria (Emberiza)</i> <i>calandra</i> Просянка	R, W	–	LC	LC
B	A379	<i>Emberiza hortulana</i> Вівсянка садова	R	–	LC	LC
B	A375	<i>Plectrophenax nivalis</i> Пуночка	W	–	LC	LC

**Notes:** Stay status: R – nesting, C – migratory, W – wintering, P – resident; Protective status. IUCN Red List and European Red List categories: CR – Endangered, EN – Endangered, VU – Vulnerable, NT – Near Threatened, LC – Least

### Ecological features of the bird complex

The area is especially important for nesting populations of the following species: *Pelecanus onocrotalus*, *Pelecanus crispus*, *Phalacrocorax pygmeus*, *Botaurus stellaris*, *Ixobrychus minutus*, *Nycticorax nycticorax*, *Ardeola ralloides*, *Egretta alba*, *Egretta garzetta*, *Ardea purpurea*, *Platalea leucorodia*, *Plegadis falcinellus*, *Aythya nyroca*, *Circus aeruginosus*, *Haliaeetus albicilla*, *Falco vespertinus*, *Porzana porzana*, *Porzana parva*, *Charadrius alexandrinus*, *Vanelus vanelus*,

*Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta*, *Haematopus ostralegus*, *Glareola pratincola*, *Larus melanocephalus*, *Chlidonias hybridus*, *Gelochelidon nilotica*, *Sterna sandvicensis*, *Sterna hirundo*, *Sterna albifrons*, *Coracias garrulous*, *Alcedo atthis*, Since this area is the area boundary for *Falco naumanni*, fluctuations in nesting numbers are observed within the perimeter of the site. Territory is important during migration for species: *Puffinus yelkouan*, *Phalacrocorax pygmeus*, *Anser fabalis*, *Anas crecca*, *Anas querquedula*, *Anas acuta*, *Anas clypeata*, *Mergus serrator*, *Aquila pomarina*, *Pluvialis apricaria*, *Charadrius alexandrinus*, *Charadrius hiaticula*, *Charadrius dubius*, *Vanellus vanellus*, *Arenaria interpres*, *Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta*, *Tringa ochropus*, *Tringa nebularia*, *Tringa totanus*, *Tringa erythropus*, *Tringa stagnatilis*, *Phalaropus lobatus*, *Philomachus pugnax*, *Calidris minuta*, *Calidris temminckii*, *Calidris ferruginea*, *Calidris alpine*, *Calidris alba*, *Limicola falcinellus*, *Lymnocyptes minimus*, *Gallinago gallinago*, *Numenius arquata*, *Limosa limosa*, *Gelochelidon nilotica*, *Larus minutus*, *Larus ridibundus*, *Larus genei*, *Larus fuscus*, *Larus cachinnans*, *Larus canus*, *Chlidonias leucopterus*, *Sterna caspia*, *Sterna sandvicensis*. Місцевість важлива для зимівлі для таких видів: *Phalacrocorax pygmeus*, *Egretta alba*, *Branta ruficollis*, *Anser anser*, *Anser erythropus*, *Cygnus olor*, *Cygnus cygnus*, *Netta rufina*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*, *Mergus albellus*, *Aquila clanga*, *Falco columbarius*.

20 species have an unfavorable conservation status: European Red List: CR (on the verge of extinction) - thin-billed crane (*Numenius tenuirostris*); EN (under threat of extinction) – Lesser white-fronted goose (*Anser erythropus*), bewick's swan (*Cygnus columbianus bewickii*), white-headed duck (*Oxyura leucocephala*), greater spotted eagle (*Aquila clanga*); VU (vulnerable) – common pochard (*Aythya ferina*), falcon (*Falco cherrug*), seagull (*Vanellus vanellus*), magpie wader (*Haematopus ostralegus*), red-breasted sandpiper (*Calidris ferruginea*), greater plover (*Limosa limosa*), common turtledove (*Streptopelia turtur*), kingfisher (*Alcedo atthis*), bee-eater (*Merops apiaster*), gray shrew (*Lanius excubitor*); NT (close to threatened) - red-bellied warbler (*Branta ruficollis*), field harrier (*Circus cyaneus*), steppe harrier (*Circus macrourus*), falcon (*Falco vespertinus*), white-browed thrush (*Turdus iliacus*).

### **The influence of changes in water level on bird communities**

Among the bird complexes of the site, the most vulnerable is the wetland bird complex, which includes 125 species, of which 68 species are nesting and migratory, 55 species are migratory, 24 species are wintering (of which 11 are nesting and 12 are migratory, one species (sauve) is observed only during wintering ), 4 species settled.

A change in water level can affect the number of different groups of wetland birds in different ways during the nesting period, during migrations and wintering, depending on the rise or



fall of the water level. Among the species of the nesting avifauna complex, it is most likely possible to influence the number of populations of pelicans, cormorants, martins, terns, waders, depending on the area of suitable nesting biotopes. During the migration period, the water level in the forage grounds can also affect the number of waders, martins, terns, ducks, and herons.

But the wetland ornithological complex constantly exists in the conditions of natural water changes in the Danube delta.

## **Appendix J**

### **MONITORING PROGRAMS**

#### **The program of integrated ecological monitoring of the environment during the restoration of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea for 2005. (environmental unit)**

##### **1. Relevance and purpose of the work**

One of the largest rivers in Europe, the Danube, on the territory of Ukraine, due to the siltation of the delta zone, did not have a deep-sea shipping route until recently. After carrying out the relevant dredging works in 2004, such a path through the Bystre mouth was obtained by our country.

In addition to the economic effect, due to the restoration of the large-tonnage transport route through the Kiliya mouth of the Danube, a significant social effect is also expected, primarily from the creation of new jobs as a result of a significant increase in the volume of cargo traffic of the large ports of Ukraine on the Danube - Ust-Dunaisk, Izmail and Reni.

At the same time, the increase in anthropogenic load on the ecosystem of the Ukrainian part of the Danube Delta, both as a result of construction works to clear the bar of the Bystre mouth and deepen the channel, and as a result of the intensification of water transport, objectively creates certain threats to the surrounding natural environment, which in the Danube Delta is unique and of pan-European significance. In particular, the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea through the territory of the Danube Biosphere Reserve, which is one of the centres of European importance from the point of view of preserving biological diversity.

The restoration of the deep-water navigation fairway (DWNF) through the Kiliya Delta of the Danube affects the surrounding natural environment due to:

- carrying out dredging works;
- construction of hydrotechnical structures;
- execution of depth maintenance works during operation;
- activation of water transport traffic.

Negative factors for the river ecosystem are the consequences of works on the restoration of water resources, such as the intrusion of seawater into the channel of the Bystre mouth, secondary water pollution due to the influx of pollutants from bottom sediments, etc.

The international aspect is important, related to the increased attention paid to Ukraine's actions to restore its own DWNF Danube river-Black Sea on the part of governments and international environmental organizations. From this point of view, the introduction (improvement) of a monitoring system in the Ukrainian Danube Delta that meets international standards and the

requirements of European legislation and provides an objective picture of the state of the basin's ecosystem is also extremely relevant.

The pilot project of the Integrated Environmental Monitoring Program, implemented in 2004, allowed:

- to obtain a large amount of in-situ data for an objective assessment of the impact on the surrounding natural environment of the first stage of works on the restoration of the DWNF;
- to determine the priority directions in which monitoring work should be strengthened, to optimize the complex of monitoring work as a whole.

The purpose of organizing and carrying out comprehensive environmental monitoring under a special program in 2005 is environmental monitoring in the area of work on the restoration of DWNF, in particular:

- ensuring control of the state and dynamics of the components of the surrounding natural environment during the restoration and operation of the DWNF;
- assessment of damages caused to the components of the surrounding natural environment as a result of the restoration of DWNF;
- development of a forecast of changes in the state of the surrounding natural environment under the influence of anthropogenic factors;
- development of a recommendation to minimize possible negative impacts;
- justification based on ecological and economic criteria of the program for monitoring the state of the natural environment and the effects of anthropogenic factors in the further stages of operation of the DWNF Danube river-Black Sea through the Bystre mouth.

## **2. Term of validity of the Program**

The beginning of field monitoring studies under the Program - January 2005, completion of work - December 2005. Completion of work on processing the results of monitoring studies and preparation of the Consolidated Report - February 2006.

At the end of this period, the Customer will be presented with an adjusted Program of permanent ecological monitoring of the impact on the natural environment of the Danube - Black Sea shipping channel.

## **3. Reporting under the Program**

Monitoring results are processed quarterly and annually. The corresponding results are provided to the Customer in the form of quarterly annotated reports and annual summary reports.

Quarterly reports are prepared based on the results of the II and III quarters and include:

- a consolidated array of received monitoring data for the relevant period;
- an annotated report on monitoring results;
- assessment of damage to the aquatic environment and calculation of compensation

payments;

- assessment of damage to ichthyofauna and calculation of compensation payments.

The quarterly report is provided to the Customer by the end of the month following the relevant quarter.

The Annual Consolidated Report is provided to the customer by February 15, 2006.

The consolidated report includes all actual data obtained during the reporting year, their detailed analysis, calculations of damages and compensation payments, recommendations for reducing the burden on the environment, etc.

In addition to the Consolidated Report, in the same period, the Contractor prepares and provides the Customer with a short (annotated) version of the annual report - for publication in mass media, etc.

The final report is considered at a working meeting. The conclusions of the Consolidated Report are considered and approved at working meetings by the participants of the Program implementation.

#### **4. Performing organizations**

The general contractor for the implementation of the work of the Integrated Environmental Monitoring Program (ecological unit) is the Ukrainian Scientific Research Institute of Environmental Problems of the Ministry of Natural Resources of Ukraine (UkrNDIEP), m. Kharkiv. The list of implementing organizations of the Program and their main responsibilities are presented in Table A.1.

The works of the "engineering block" are performed under a separate direct contract between the SE "Delta-Lotsman" and the "RECHTRANSPROEKT" institute, which is the general contractor for the works of the engineering block. The work of the Engineering Block includes the morphological monitoring of DWNF, including performance of measurement works in the bar part of the estuarine coast, in the area of dredging works and sea dump of soil; study of the dynamics of deformation of the bar g. Bystre, drifting of the navigable slot, etc.

**Table 1** - List of implementing organizations of the Integrated Environmental Monitoring Program

No	Organization, address	The name of the corresponding subcontract agreement. Duties
1	2	3
	<b>ENVIRONMENTAL BLOCK</b>	

No	Organization, address	The name of the corresponding subcontract agreement. Duties
1	<b>Ukrainian Research Institute of Environmental Problems of the Ministry of Nature of Ukraine (UkrNDIEP), Kharkiv</b>	General contractor. Duties: - chief executive, planning, organization and coordination of works; - participation in comprehensive expedition surveys; - information management; processing, generalization information, development of the Monitoring Program database with a geo-informational component
2	<b>Danube Hydrometeobservatory (DHMO), Izmail</b>	Subject: Hydrological and hydrochemical regular monitoring of the Ukrainian part of delta of the river Danube during the restoration of the Danube river-Black Sea navigation Duties: - hydrological monitoring within the framework of regular observations; - hydrochemical monitoring as part of regular observations at stationary points; - transport support for seasonal complex expedition surveys (freshwater part); - research on the processes of seawater penetration into the Bystre mouth; - study of dynamics of MCD.
3	State Department of Ecology and Natural Resources in the Odesa Region of the Ministry of Natural Resources of Ukraine, Odesa	Subject: Control measurements of water quality during dredging operations Duties: - special studies of the impact of dredging works on the quality of the water environment
4	Odesa branch of the Institute of Biology of the Southern Seas (OB InBSS), city Odesa	Subject: Ecological monitoring of the environmental impact of the restoration of the navigation fairway Danube river-Black Sea: marine part of observations, including hydrological, hydrochemical and hydrobiological studies. Duties: - participation in complex expedition surveys (sea part of expedition works)
5	Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine (IHB NASU), m. Kyiv	Subject: Hydrobiological studies of freshwater ecosystems during the restoration of the navigation fairway Danube river-Black Sea Duties: - participation in complex expedition surveys (freshwater part of expedition works)
6	Odesa Centre of the Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (SE "OdCPivden'NIRO"), Odesa	<b>Subject: Ichthyological monitoring during the restoration of navigation fairway Danube river-Black Sea</b> - study of the influence of the restoration of the ship course on the state of the ichthyofauna; - calculations of damages caused to fish resources and compensation payments

No	Organization, address	The name of the corresponding subcontract agreement. Duties
7	Danube Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine (DBR), Vylkove	Subject: Monitoring of plant and animal communities on the territory of the DBR during the restoration of the navigation fairway Danube river-Black Sea
8	DC "Noosphere", Odesa	<b>Subject: Control observations in the process of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea</b> <b>Duties:</b> - control measurements during construction works, - monitoring of coastal soil dumps;
9	ChornomorNDIproekt, Odesa	<b>Subject: Calculation of damages to the aquatic environment as a result of works on the restoration of the DWNF Danube river - Black Sea</b>
1	2	3
10	International Association Ukrainian Centre for Management of Land and Resources (CMLR), Kyiv	<b>Subject: Analysis of channel, floodplain and ecological processes in the Danube Delta and the coastal part of the sea with the help of modern information technologies (including the use of space images)</b>
	ENGINEERING BLOCK	
	Design-research and design-technological institute of annual transport "RICHTRANSPROEKT", city Kyiv	<b>General contractor for the works of the "Engineering block"</b>

## 5. Types of work

The program of integrated ecological monitoring (ecological block) for 2005-2006 provides for the following main types of work:

- 1) regular hydrological observations and regular water quality observations according to a special program;
- 2) control measurements of water quality and bottom sediments during the clearing of the bar and during the clearing of the rapids of the river Danube; monitoring of coastal soil dumps; monitoring of marine soil dump;
- 3) complex expedition surveys of the Ukrainian part of the Danube Delta and the adjacent part of the Black Sea;
- 4) monitoring of the state of ichthyofauna, assessment of damages caused to ichthyofauna as a result of work on the restoration of DWNF and corresponding compensation payments;
- 5) monitoring of plant and animal communities on the territory of the DBR;
- 6) analysis of channel, floodplain and ecological processes in the Danube Delta and in the coastal part of the sea using space images;

7) assessment of the damage caused to the surrounding natural environment as a result of the restoration of the DWNF Danube river-Black Sea;

8) development of forecasts of changes in the state of the surrounding natural environment.

### **6. Regular observations, including hydrological and hydrochemical observations**

The work on the "Regular Observations" section is performed within the framework of subcontracting contracts of the State Ministry of Internal Affairs and Communications, Izmail Part of analytical hydrochemical work at additional points of regular hydrochemical observations (in particular, determination of the content of heavy metals and organochlorine pesticides) is performed by UkrNDIEP during complex expedition surveys.

The main purpose of regular observations is to obtain statistically substantiated information about the state and trends (trends) of hydrological and hydrochemical indicators of the water environment in the area of works under the influence of natural and anthropogenic factors.

#### **6.1. Regular hydrological observations**

The basis of the network and program of hydrological observations is a network of hydrological stations and hydrometric structures at the mouth of the river Danube, which is served by Danube HMO, and to which in 2004 (in connection with the task of monitoring the impact of DWNF) additional hydrological stations were added at the sources of the Bystre and Tsyganske estuaries.

The purpose of the work is:

- observation of the dynamics of the hydrological characteristics of the Danube delta in the process of restoration and operation of the DWNF Danube river-Black Sea;
- identification of trends in natural and anthropogenic changes in the hydrological regime in the Ukrainian part of the Danube Delta;
- development of a forecast of changes in hydrological processes in the Ukrainian part of the Danube Delta;

In 2005, hydrological observations include the following types of work:

- performing regular observations according to standard programs on the network of operating hydrological stations and structures in the Danube Delta;
- organization and carrying out of special expeditionary works on the study of natural and anthropogenic variability of hydrological processes in the Danube Delta.

During 2005, it is planned to:

- daily observations of water level and temperature and ice phenomena (if available) at Reni, Izmail, Kislytsia, Kiliyaa, Lysky, Vilkove, Prorva, Ust-Dunaisk and Primorske posts;
- daily monitoring of the water level at Bystre and Tsygansky posts;
- daily monitoring of water turbidity at Reni, Izmail, Vylkove and Prorva stations;

- measuring 8 times a year the flow of water and suspended sediments at the hydraulic reservoirs of the Kiliya (54 miles, 115 and 20 km), Ochakovskiy (15.5 km), Ankudyniv (flow), Bystre (flow) and Starostambulsky (10 km) branches.

- measurement of water consumption and suspended sediments at 14 hydrometric points 5 times a year.

- observation of the dynamics of the sea edge of the Kiliya Delta: from the mouth of the hands. Noon to the mouth of the hands. Tsyganskyi (only 10 creations, once a year - in low water season).

The list of points of the network of hydrological observations in the Danube Delta with the indicated list of indicators is given in Table 2. In addition to directly measured indicators, table 2 shows calculated indicators (water consumption and suspended sediment consumption), which

**Table A.** List of points of the network of hydrological observations, indicators and frequency of observation

No.	Water body, point	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations						
			H	T	S	$\rho$	Q	$Q_H$	$R_{p*Q}$
1	river Danube - Reni	163.3	730	730	-	365	-	365	365
2	river Danube - Mile 54	136.4	-	-	-	8	8		8
3	arm Kiliyasky - 115 km	115.2	-	-	-	8	8		8
4	arm Kiliyasky - Ishmael	93.6	730	730	-	365	-	365	365
5	arm Kiliya - 70 km	70.4	-	-	-	5	5		5
6	arm Ivanest - 12.5 km	72.5	-	-	-	5	5		5
7	arm Kyslytskyi - 27.8 km	74.0	-	-	-	5	5		5
8	arm Kyslytskyi - Kyslytsia	68.0	730	730	-	-	-		-
9	arm Kiliya - Kiliyaa	47.0	730	730	-	-	-		-
10	arm Priamyi - 30 km	30.0	-	-	-	5	5		5
11	arm Solomoniv - 10 km	32.0	-	-	-	5	5		5
12	arm Solomoniv - Lysky	27.5	730	730	-	-	-		-
13	arm Kiliyasky - 20 km	20.0	-	-	-	8	8		8
14	arm Kiliyasky - Vylkovo	18.0	8760	730	-	365	-	365	365
15	arm Ochakiv - 15.5 km	15.5	-	-	-	8	8		8
16	arm Ankudyniv – source	12.0	-	-	-	8	8		8
17	arm Poludenyi – source	6.0	-	-	-	5	5		5
18	arm Prorva - 3.6 km	3.6	8760	730	-	365	5		365
No.	Water body, point	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations						
			H	T	S	$\rho$	Q	$Q_H$	$R_{p*Q}$
19	arm Gneushiv – source	3.0	-	-	-	5	5		5
20	arm Potapivskiy – source	3.8	-	-	-	5	5		5
21	arm Bystre – source	9.5	730	-	-	8	8	365	8/365
22	arm Starostambulskiy - 10 km	15.0	-	-	-	8	8		8



No.	Water body, point	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations						
			H	T	S	$\rho$	Q	$Q_H$	$R_{p*Q}$
23	arm Skhidnyi – source	7.0	-	-	-	5	5		5
24.	arm Lymba – source	7.7	-	-	-	5	5		5
25	arm Starostambulskyi – mouth	7.0	-	-	-	5	5		5
26	arm Kurylskyi – source	5.0	-	-	-	5	5		5
27	arm Tsyganskyi – source	2.0	730	-	-	5	5		5
28	Black Sea, Zhebriyanska Bay, p. Ust-Dunaisk	-	730	730	365	-	-		-
29	Black Sea, Zhebriyanska Bay, village Prymorske	-	730	730	365	-	-		-

Note: H - Water level, cm; T - Water temperature, °C (surface); S - Water salinity, ‰ (surface);  $\rho$  - Water turbidity, g/m<sup>3</sup>; Q - Water consumption, m<sup>3</sup>/c;  $Q_H$  - Water consumption (calculation based on H values), m<sup>3</sup>/c;  $R_{p*Q}$  - Consumption of suspended sediments, kg/s.

## 6.2. Regular hydrochemical observations

The basis of the network of points and the program of regular hydrochemical observations within the framework of the Integrated Environmental Monitoring Program during the restoration of the DWNF is the network and program maintained by the Danube GMO. The list of the network of regular water quality monitoring stations is given in Table 3.

When determining the network of regular observation points, the task of assessing the impact on the quality of the water environment of the works on the construction of the hydroelectric power station and the operation of the hydroelectric power station, separated from other, including transboundary, anthropogenic and natural influences, is taken into account.

The purpose of the work is

- observation of the dynamics of the hydrochemical characteristics of the Danube delta in the process of restoration of the DWNF Danube river-Black Sea;
- identification of trends in natural and anthropogenic changes in the hydrochemical regime in the Ukrainian part of the Danube Delta.

In 2005, hydrochemical observations include the following types of work:

- conducting regular observations of standard programs on the network of active (10) and additional (6) stations in the Ukrainian section of the Danube Delta - 12 times a year;
- conducting additional observations on the elements of the hydrochemical regime on the route of the DWNF Danube river-Black Sea, in particular, conducting observations on the penetration of salt water into the hands. Fast (5 control points, 12 times a year);
- analysis and generalization of data from retrospective hydrochemical observations on the Ukrainian section of the Danube Delta.

The list of indicators and frequency of sampling are given in Table 4.

Table 3 - List of points of the network of regular observations

Cod e	Sampling points under the state program	Addition al sampling points along the DWNF route	Name	Distance from sea edge delta, km	Place of sampling
R01	X		Danube, above Reni 2 km	71 miles	Middle
R02	X		Danube, below Reni 1 km	68 mile	Middle
R03		X	Danube - above arm Tulchynskiyi	116 km	Middle
R04	X		arm Kiliyasky - Izmail, 10 km higher	103 km	Middle
R05	X		arm Kiliyasky - Ishmael	96 km	Middle
R06	X		arm Kiliyasky - Izmail, 1 km below	89.9 km	Middle
R07	X		arm Kiliiskiyi - Kiliyaa, 4 km higher	49 km	Middle
R08	X		arm Kiliiskiyi - Kiliyaa, 6 km below	39 km	Middle
R09	X		arm Kiliiskiyi - Kiliyaa, 13 km below	32 km	Middle
R10	X		arm Kiliyasky - Vylkove, 1 km higher	21 km	Middle
R11	X		arm Kiliya - Vylkove, 1 km below	17 km	Middle
R12		X	arm Starostambulskiyi – higher arm Bystre	11 km	Middle
R13		X	arm Bystre	0 km	Middle
R14		X	arm Ochakiv	6 km	Middle
R15		X	arm Starostambulskiyi	0 km	Middle

Table 4 - List of indicators and frequency of observations

No.	Indicator	Marking	Unit	Point	Sampling frequency, once a year	Horizon (surface, bottom)
	<b>Hydrophysical indicators</b>					
1	Water temperature	T	°C	R01-R15	12	S, B
2	Concentration of hydrogen ions	pH	-	R01-R15	12	S
3	Conductivity	Cond	µS/cm	R01-R15	12	S, B
				R13+ <sup>+) (4 points)</sup>	12	S, M, B
4	Transparency	Trans	m	R01-R15	12	I
5	Suspended substances	SS	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
	<b>Hydrochemical parameters:</b>					
6	Dissolved oxygen	DO	mg O/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
7	Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B

No.	Indicator	Marking	Unit	Point	Sampling frequency, once a year	Horizon (surface, bottom)
8	BOC5	BOD5	mg O/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
9	PO	COD <sub>Mn</sub>	mg O/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
10	COD	COD <sub>Cr</sub>	mg O/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
11	Ammonium nitrogen	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> -N	mg N/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
12	Nitrite nitrogen	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	mg N/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
13	Nitrate nitrogen	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	mg N/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
14	Phosphorus orthophosphates	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup> -P	mg P/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
15	Organic phosphorus	P-org	mg P/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
16	Total phosphorus	P-total	mg P/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
17	Silicon	Si	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
18	Dry residue	TDS	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
19	Rigidity common		mg-eq/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
20	Alkalinity	Alk	mg-eq/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
21	Chlorides	CL <sup>-</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
22	Sulfates	SO <sub>2</sub> <sup>-4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
24	Hydrocarbons	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
25	Calcium	Ca <sup>2+</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
26	Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
27	Sum of sodium and potassium	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
28	Oil products	Petr	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
29	synthetic surfactants	AAS	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
30	Phenols	Phenol	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
31	Chromium VI+ - dis.	Cr 6+ (dis)	µg/dm <sup>3</sup>	R01-R15	12	S, B
32	Common iron - dis.	Fe (dis)	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R02	12 <sup>*)</sup>	S, B
33	Manganese - dis.	Mn (dis)	mg/dm <sup>3</sup>	R10-R11	7 <sup>**) )</sup>	S, B
34	Zinc - dis.	Zn (dis)	µg/dm <sup>3</sup>	R12-R15		
35	Lead - dis.	Pb (dis)	µg/dm <sup>3</sup>			
36	Total iron	Fe (total)	mg/dm <sup>3</sup>	R01-R03, R10-R13	3 <sup>***)</sup>	S, B
37	Total manganese	Mn (total)	mg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
38	Total zinc	Zn (total)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
39	Total lead	Cd (total)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	I, D (
40	Nickel - dis.	Ni (dis)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
41	Total nickel	Ni (total)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
42	Copper - dis.	Cu (dis)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
43	Total copper	Cu (total)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
44	Total chrome	Cr (total)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
45	Cadmium - dis.	Cd (dis)	µg/dm <sup>3</sup>		3 <sup>***)</sup>	S, B
46	Total cadmium	Cd (total)	µg/dm <sup>3</sup>	3 <sup>***)</sup>	S, B	
47	Arsenic - dis.	As (dis)	µg/dm <sup>3</sup>	3 <sup>***)</sup>	S, B	
48	Total arsenic	As (total)	µg/dm <sup>3</sup>	3 <sup>***)</sup>	S, B	
49	Mercury - dis.	Hg (dis)	µg/dm <sup>3</sup>	3 <sup>***)</sup>	S, B	

No.	Indicator	Marking	Unit	Point	Sampling frequency, once a year	Horizon (surface, bottom)
50	Total mercury	Hg (total)	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$		3 <sup>***)</sup>	S, B
51	□ - HCCH	□ -HCH	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	R01, R04- R10	6	S, B
52	□ - HCCH	□ -HCH	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$		R12-R13	
53	□ - HCCH	□ -HCH	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$			
54	DDT	DDT	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$			
55	DDD	DDD	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$			
56	DDE	DDE	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$			
57	Chlorophyll-a		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	R01, R10- 13	3 <sup>***)</sup>	S

Notes:

) 4-6 additional points for studying the penetration of salt water into the hands. Bystre

\*) Determinations are carried out by the DHMO

\*\*) incl. 4 samples/year - DHMO, 3 samples/year - UkrNDIEP within the framework of complex expeditionary research

\*\*\*) UkrNDIEP within the framework of complex expeditionary research (3 samples/year)

### **7. Control measurements of water quality during the clearing of the bar and during the clearing of the rapids of the Danube River, monitoring of coastal soil dumps, monitoring in the area of the sea dump of soil.**

Works on the section "Control measurements..." are performed by the following organizations:

1) State Department of Ecology and Natural Resources in Odesa Region:

– hydrochemical observations;

2) DC "Noosphere" ( Odesa):

- control measurements of the quality of pore water in bottom sediments during dredging operations;

- monitoring of coastal dumps and their impact on adjacent areas;

3) OB InBSS ( Odesa):

- monitoring in the area of marine soil dump - within the framework of complex expeditionary studies.

The task of control measurements is the direct assessment of man-made impact on water quality in the process of soil excavation, control of water quality in the areas of hydraulic dumps (channel soil dumps), ecological control of the state of coastal soil dumps, and control in the area of marine soil dumps during works on the arrangement of the ship's passage.

#### **7.1. Sampling sites for control measurements and a list of indicators - water**

Sampling areas, as well as the time of water quality control measurements, are determined by design decisions and the progress of construction works on the restoration of the water supply system (phase II - full development):

- 1) rolling 11 km;
- 2) rolling 20.5 - 26 km,
- 3) rolling 26-31 km;
- 4) rolling 31-33 km;
- 5) rolling 33-39 km;
- 6) rolling 46.5 – 53 km;
- 7) rolling 60 - 64 km,
- 8) rolling 64-68.5 km,
- 9) rolling 68.5 - 71 km,
- 10) rolling 71 – 75.5 km,
- 11) rolling 75.5 - 78 km;
- 12) rolling 112.5 – 115 km;
- 13) rolling 139.7 – 142.4 km;
- 14) rolling 152.3 – 153.4 km.
- 15) channel dump of soil - 58 km;

When monitoring the impact of dredging operations on water quality, samples are taken:

- at a height of 0.5 km above the place of work;
- at a distance of 0.5 km below the place of work;
- in the formation 1 km below the place of work.

In these plots, samples are taken at three points along the crossing of the river bed and at three horizons (0, 1/2 and 1 depth) - a total of 9 samples in each plot;

- in the formation below 2 km from the place of work - on three horizons along the fairway.

Within the framework of one study on each individual site monitored in this quarter, a series of control measurements is carried out twice - for 2-3 days (according to the same program).

As part of monitoring, at least 1 study per quarter is performed on each site where work is being carried out. The total planned number of samples as part of water quality control measurements is 270 samples.

The list of indicators of control measurements is given in Table 5.

Table 5 - List of indicators of control measurements (water)

No.	Indexes	Units of measurement
1	Water temperature	°C
2	pH	pH

No.	Indexes	Units of measurement
3	Dissolved oxygen	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
4	Conductivity	μS/dm <sup>3</sup>
5	Biochemical oxygen consumption (BOC <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
6	PO	mg O/dm <sup>3</sup>
7	COC	mg O/dm <sup>3</sup>
8	Total amount of suspended substances	mg/dm <sup>3</sup>
9	Phosphorus common	mg P/dm <sup>3</sup>
10	Phosphorus orthophosphates	mg P/dm <sup>3</sup>
11	Ammonium nitrogen	mg N/dm <sup>3</sup>
12	Nitrite nitrogen	mg N/dm <sup>3</sup>
13	Nitrate nitrogen	mg N/dm <sup>3</sup>
14	Silicon	mg/dm <sup>3</sup>
15	Common iron	mg/dm <sup>3</sup>
16	Total iron	mg/dm <sup>3</sup>
17	Oil products	mg/dm <sup>3</sup>

### 7.2. Monitoring of coastal soil dumps

Monitoring of coastal soil dumps within the framework of the Integrated Environmental Monitoring Program is carried out by the RC "Noosfera", m. Odesa. Monitoring of coastal soil dumps includes the following types of expeditionary work and laboratory research:

1) performing simultaneous observations of water levels: on

- soil storage sites;
- in river Danube and arms - in the creation of storage,
- in diversion channels;

2) research of the chemical composition of soils in the territories adjacent to the storage sites (including heavy metals - Cu, Cd, Zn, Pb, Hg and oil products); agro-ecological assessment of the soils of storage sites;

3) determination of the granulometric composition of soils; analysis of the chemical composition of the soil (water extraction) for each dump by groups of elements:

- heavy metals – Cu, Cd, Zn, Pb, Hg;
- biogenic elements: C<sub>org.</sub>, nitrogen group, phosphorus group;
- petroleum products.

Evaluation of soil quality according to the norms of suitability for agriculture.

The analysis of the composition of soils arriving at coastal landfills is performed quarterly.

### 7.3. Monitoring in the area of marine soil dump

Monitoring in the area of the marine dump of soil is carried out by the OB InBSS within the framework of complex expeditionary studies 3 times a year. The composition of the relevant works is given in section 8 of the Program.

## 8. Complex expedition surveys

Works in the section "Complex expeditionary surveys" are performed by the following organizations:

1) UkrNDIEP:

coordination of works;

hydrochemical studies in freshwater areas of expeditionary works, chlorophyll content (freshwater area of works);

2) OB InBSS of NASU:

hydrological, hydrochemical and hydrobiological studies in the adjacent part of the Black Sea, including in the area of the marine soil dump;

3) IHB of NASU:

hydrobiological research within the framework of the freshwater part of expedition surveys;

UkrNDIEP organizes and controls complex expeditions with the maximum possible use of watercraft.

Complex expedition surveys are aimed at a more in-depth study of the impact of anthropogenic factors and natural processes on the state of the surrounding natural environment.

The goals of the expedition are:

- obtaining complex hydroecological assessments of the state of the Ukrainian part of the Danube Delta and the adjacent part of the Black Sea;

- a comprehensive assessment of the impact of works on the restoration of the DWNF Danube river-Black Sea on the state of biocenoses;

- obtaining hydrobiological and hydrochemical data necessary for the calculation of damage to the aquatic environment and biological resources as a result of works on the restoration of the Danube - Black Sea watershed;

- carrying out research, the conduct of which within the framework of regular observations is impractical from an ecological and/or economic point of view (in particular, a number of chemical studies within the framework of the freshwater part of expeditionary surveys are carried out on the network of regular observations and supplement the corresponding program - see p. 6.2., table. . 5).

- clarification and correction of the program of regular observations.

Complex expeditionary studies include the implementation of a detailed hydrobiological and hydrochemical study of the state of the ecosystems of the Ukrainian part of the Danube Delta along the DWNF route, studies within the DBR along the main branches (Ochakivskiyi, Prorva, Bystrei, Skhidnyi, Starostambuliskiyi), research in the bar part of the Bystre estuary and on an 8-km area of the Danube part of the Black Sea (from The chasm to the Ukraine-Romania sea border).

Complex expeditionary research in 2005 is carried out according to the following schedule:

- 1) spring (April-May) - timed to the peak of the spring flood;
- 2) summer (July-August) – timed to maximum temperatures;
- 3) autumn (September-October) - timed to the lowest levels of water consumption during the summer-autumn period.

### **Program of complex expedition surveys**

#### **1) Placement of experimental stations and volumes of sampling**

a) Fresh water section of works.

Hydrochemical studies:

- At stationary points of the network of regular observations:

in the part of the research program that complements regular observations:

heavy metals - 7 stations (R01-R03, R10-R13); also on hands. Eastern - 2 stations - 9 stations in total; samples are taken along the fairway from two horizons (see the program of regular observations);

organochlorine pesticides in water - 3 stations (R11-R13);

organochlorine pesticides in bottom sediments - 4 stations (R01, R11-R13) - once a year;

chlorophyll - 5 stations (R01, R10-13).

- In the places of work:

in at least three dredging areas; at each site, samples are taken in three sections: 0.5 km upstream, at the site of the works, 0.5 km downstream. Hydrochemical samples are taken along the fairway (water - 2 horizons, bottom sediments) and in the coastal part (water - 1 horizon, bottom sediments) in each formation. A total of at least 27 water samples and 18 bottom sediment samples for each survey. Definitions are performed:

biogenic elements,

indicators of the oxygen group (dissolved oxygen, PO, BSK5, DWNF),

heavy metals (in water - Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Cd, As, Hg, Pb - dissolved phase and gross content, in bottom sediments - Zn, Ni, Cu, Cd, Hg, Pb, As),

organochlorine pesticides (bottom deposits – 1 point per site, in water – 2 mixed samples – above and below the work site),

petroleum products (in water and bottom sediments).

Therefore, within the framework of the freshwater part of the expeditionary work, it is envisaged - within the framework of each expeditionary survey - sampling for hydrochemical studies in no less than 18 bodies, including:

- 45 water samples;

- 18 soil samples.

Selection of material for studies of bioaccumulation of heavy metals and organochlorine



pesticides is carried out once a year - at least 6 samples.

Hydrobiological samples are taken:

- at all stations of stationary points: 16 creatures – along the fairway (microbiology, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos);
- at 2 stations in hand. Eastern – along the fairway (microbiology, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos);
- in the places of work - in 3 creations for each section of works on the fairway (microbiology, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos) and in the coastal part (macrozoobenthos) - a total of 9 creations.

So, in the framework of the freshwater part of the expedition research, as part of each survey, hydrobiological samples are taken:

- microbiology, phytoplankton, zooplankton - at 27 sampling points;
- macrozoobenthos – 36 selection points.

b) Sea section of works

As part of the marine part of the expedition surveys, during each survey, sampling for hydrochemical studies is envisaged at no less than 16 stations, including:

- 40 water samples (taking into account the vertical stratification of water masses);
- 16 soil samples.

Hydrobiological studies (microbiology, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos, meiobenthos, chlorophyll content) are performed at each of the 16 stations.

Placement of stations takes into account the directions of transport of water masses and suspended sediments. At least five stations must be located in the zone of influence of the marine dump.

## **2) Hydrological research (marine part of the expedition)**

Expeditionary work includes research on the velocities of vertical and horizontal water masses, the structure of their distribution in the Danube delta, including special measurements of salinity and temperature profiles from the bottom to the surface of the water, as well as the measurement of current speeds.

## **3) Hydrochemical studies (water, bottom sediments, bioaccumulation)**

Hydrochemical studies during complex expedition surveys are carried out according to the full program of regular hydrochemical studies with an expanded list of stations at which sampling is performed (see above), a list of environments in which concentrations of substances are determined, including:

- bottom sediments (heavy metals, oil products, organochlorine pesticides (only fresh water part));

- hydrobionts (bioaccumulation of heavy metals and organochlorine pesticides - only the freshwater part).

#### 4) Hydrobiological studies

Hydrobiological studies during complex expedition surveys are carried out with the aim of:

- determination of trends in the dynamics of the state of populations, groups, hydrobiocenoses and hydro ecosystems;

- collection of data for the assessment of damages caused to biological resources as a result of the work on restoration of natural resources;

- control of biological invasions (inhabitant species that enter natural reservoirs with ship ballast water), detection of new invasions, assessment of the impact of alien species on native flora and fauna.

The main directions of hydrobiological research during complex expeditions in the Danube Delta are listed in Table 6.

Table 6 - Main directions and tasks of hydrobiological research

<b>Research objects</b>	<b>Part of research</b>	<b>Research indicators and tasks</b>
Microbiological indicators	Fresh water	Determination of the seasonal state of microbiological indicators: the total number of bacteria and the number of saprophytic bacteria; ecological assessment of the state of ecosystems according to microbiological indicators
	Sea	
Algal groups (phytoplankton and phytoperiphyton)	Fresh water	Total number, number of species, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species and species - saprobic indicators, chlorophylls; ecological assessment of the state of the ecosystem according to algological indicators; definition of saprobity
	Sea	Total number of cells, number of species, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, chlorophylls; assessment of forage and non-forage phytoplankton; ecological assessment of the state of the ecosystem according to algological indicators
Zooplankton	Fresh water	Total number of organisms, total number of species, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in a group, mass species and species - indicators of saprobity; ecological assessment of the state of the ecosystem based on zooplankton indicators; definition of saprobity
	Sea	Total number of organisms, total number of species, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in a group, mass species; quantitative assessment of meroplankton (pelagic larvae of benthic invertebrates); assessment of forage and non-forage zooplankton

<b>Research objects</b>	<b>Part of research</b>	<b>Research indicators and tasks</b>
Invertebrate macrofauna (zoobenthos and zooperiphyton)	Fresh water	Total number, total biomass, total number of species, number of groups, number of species in groups, number and biomass of main groups. Ecological assessment of the state of the ecosystem based on indicators of macrofauna groups of invertebrates, determination of saprobity according to Pantle-Buck, and the integral state of aquatic ecosystems using biotic indices (TBI).
Research objects	Part of research	Research indicators and tasks
	Sea	Assessment of the condition of the benthic macrofauna of the study area: biodiversity, number and biomass, ratio of different groups; assessment of the population status of mass species of bivalve molluscs; assessment of the state of the forage base of fish; ecological assessment of the state of the ecosystem based on indicators of benthic communities and the characteristics of their seasonal changes
Meiobenthos	Sea	Assessment of biological diversity, quantitative indicators and characteristics of spatial distribution; determination of the state of the fodder base of larval fish and young fish, and its seasonal changes

### **9. Monitoring of the state of ichthyofauna**

The executor of the work under this section is Oceanography of the State Enterprise "OdCPivdenNIRO", Odesa. When performing work under Section 9, the results of work under other sections of the Program are also used, in particular, the results of expeditionary research (Section 8 of the Program).

The purpose of the research is to study the influence of hydrotechnical works on the passage and deep-water species of fish living in the area of the construction of the navigation fairway Danube river-Black Sea. Development of recommendations on the organization and regulation of fishing on the river Danube.

Tasks of research:

- study of the state of populations of migratory and migratory fish species;
- study of the impact of construction works related to the shipping route along the Ukrainian section of the river. Danube, for passing and inland fish species and fishing;
- development of appropriate recommendations for fishing and fishery use of the Ukrainian part of the river Danube;
- calculations of losses caused to fisheries during hydrotechnical works.

Works include:

- analysis and summarization of archival and statistical materials on fishing of migratory and

freshwater species of fish in the Avandelta and river Danube;

- study of ichthyocenosis in the area of hydrotechnical works, its qualitative and quantitative characteristics;
- collection of materials on the biology of migratory and migratory fish species, their processing;
- study of the efficiency of spawning and the initial feeding stage of larvae of commercial fish species;
- analysis of the modern industrial situation and its changes in the Bystre mouth of delta of the river Danube during the construction of the second stage of the shipping channel.
- study of the effect of the works being carried out on the fish productivity of the river Danube and its Avandelt;
- calculations of damages caused to the fishery during hydrotechnical works.
- development of recommendations on the organization and regulation of fishing in the delta of the river The Danube during the operation of the DWNF;

The collection and processing of materials characterizing the state of populations of migratory and migratory fish species is carried out during scientific research fishing at the control and observation points (COP) of the OdCPivdenNIRO from floating and stationary fishing gear in accordance with the methods that exist in the system of the Ukrstate Fisheries Farm and the National Academy of Sciences of Ukraine.

#### **10. Monitoring of plant and animal communities of the coastline and floodplains**

The executor of the work under this section is the Danube Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine.

The purpose of the works under this section is to assess the impact of the restoration of the DWNF on the state of plant and animal communities of the shoreline and flood plains in the territory of the Danube Biosphere Reserve.

Works under this section include:

- assessment of the dynamics of the flora of the DBR under the influence of natural and anthropogenic factors;
- study of the impact of the restoration of the DWNF Danube river-Black Sea on the state of the flora of the DBR; assessment of the impact of coastal soil dumps, shore strengthening and other works on the state of vegetation of the DBR; forecast of changes in the reserve's phytosystems;
- assessment of the dynamics of the species composition and population size of herpetofauna, ornitofauna, mammals of the DBR under the influence of natural and anthropogenic factors;
- assessment of the impact of the restoration of the DWNF on the animal groups of the

DBR.

### **11. Calculation of damages and compensation payments**

Based on the monitoring results, damage assessments and compensation payments are calculated, in particular:

- calculations of damages caused to the fishery during hydrotechnical works. Executor of the State Enterprise "OdPivdenNIRO", Odesa;
- calculations of damage caused to the aquatic environment as a result of the restoration of the DWNF Danube river-Black Sea. The contractor is ChornomorNDIProekt, Odesa.

Losses and compensation payments are calculated quarterly.

Officially approved methods are used for calculations.

When calculating damages, the responsible organizations use the results of their own research, as well as the results of the research of other co-executors of the Program, which are provided to the organizations responsible for the calculations in the working order through the General Contractor - UkrNDIEP.

### **12. Ensuring the quality of observations**

In order to ensure the quality of observations, the Program envisages:

- performance of works only by accredited laboratories;
- unification of sampling methods;
- use of the established list of methods for determining indicators;
- performance of standard quality control procedures for chemical-analytical research;
- involvement of specialized laboratories of leading Ukrainian industry institutes and institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine in carrying out hydrobiological and other special research.

### **13. Information management**

Information management as part of the implementation of the Program includes the integration of all data received from co-executive organizations during the work in a single database, their logical control, analysis and processing.

UkrNDIEP, as the general contractor, ensures the integration of data received from all Program executors, their analysis, processing and preparation of consolidated reports by stages of Program implementation.

The results of regular monitoring, control measurements and complex expeditionary studies are drawn up by subcontractors in the form of quarterly reports and an annual report, which contain: description of the monitoring network with geographic and hydrographic reference points of hydrological measurements and sampling (accuracy of geographic coordinates - up to a tenth of a second); description of sampling methods and analytical methods with information on limits of

determination and error; sampling dates and times; measurement results; analysis of data from monitoring observations.

For reports on the results of hydrobiological studies, in the case of the use of saprobity indices, lists of indicator species and other information used in the calculation of the index are given.

In order to improve information management within the framework of the Program, in 2005, UkrNDIEP, together with the CSLR, is working on the creation of the geo-informational component of the Program's database.

In particular, as part of the creation of the geoinformation component of the database of the CSLR program, it performs a retrospective analysis of channel, floodplain and ecological processes in the Danube Delta and the coastal part of the sea with the help of modern information technologies:

- an analysis of the availability of materials of the ERS (Earth remote sensing) in the research territory for the period 1960-2004 is carried out; the list of necessary materials for the analysis of channel, floodplain and ecological processes in the delta and the coastal part of the sea is determined.

- computer processing of ERS materials is performed;

- a computer analysis of channel, floodplain and ecological processes in the Danube Delta and in the coastal part of the sea is carried out based on retrospective space survey data.

The preparation of consolidated reports is carried out by the General Contractor (UkrNDIEP). The procedure for preparing reports is specified in p. 3.

#### **14. Actions in case of extreme (emergency) pollution**

In case of detection during monitoring works under this contract of extraordinary (emergency) pollution, the results of observations are transferred to the competent bodies of the Ministry of Nature of Ukraine, which act in accordance with the international guidance of the main international notification centres of the international system of notification of emergency and extreme situations in the Danube River basin ( AEWS).

#### **15. Viewing and adjusting the Program**

It is allowed to revise and adjust the Program based on the results of stationary observations, control measurements and complex expeditionary studies. Changes in the Program are agreed with the Customer of the works.

### **Joint cross-border monitoring of the ecological state of the Danube Delta**

The Danube Delta is a highly integrated system both in terms of accessibility and environmental aspects. National borders are irrelevant to its functioning. Recognizing this fact creates a realistic way to reach a solution that will be acceptable to both countries and will be beneficial both for the environment and for inland shipping (Study on current situation and likely development of the Bystre canal and Kiliya arm, Final report/ Transport Dialogue and Networks Interoperability II, October 2015).

This coincides with the recommendations developed by the Espoo Commission in 2006 and the proposals proposed by the World Wide Fund for Nature and the results of the recent Ukrainian-Romanian consultations held on March 5 and October 9, 2015. The parties came to the recognition of the need for bilateral monitoring of delta of the river Danube.

On November 23, 2015, consultations of Ukrainian and Romanian experts were held to discuss the program of joint comprehensive ecological monitoring of delta of the river Danube. The Romanian side agreed to take as a basis the monitoring program of delta of the river Danube represented by the Scientific Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Environmental Problems" (UKRNDIEP) of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine.

From the point of view of environmental protection, the Danube Delta should be considered as a single system where natural processes and anthropogenic factors have an impact on the entire river delta. This testimony requires a holistic approach that transcends individual country borders. This is necessary both for monitoring (in particular, sturgeon migrations) and mitigation measures, which must be designed and implemented taking into account the entire Delta system, and not one area.

#### **General questions**

General tasks for harmonization of joint monitoring should include:

- control of the state, dynamics and trends in the components of the natural environment of the Danube Delta;
- assessment of the state of water quality and the state of the ecosystem based on chemical and biological indicators and criteria in accordance with modern assessment methods and classification systems, including integrated ecological and complex indices, etc.;
- assessment of the impact of all types of economic activity on the territories of Ukraine, Romania and other states of the basin, on the natural environment of the Danube Delta;
- forecasting changes in the state of the natural environment due to the influence of anthropogenic factors;
- assessment and forecasting of ecosystem changes (hydrology, hydrochemistry and biota)

under the influence of climate;

- development of recommendations designed to prevent and minimize potential negative consequences.

### **1. Joint monitoring**

Joint monitoring should be developed taking into account all seasons (winter, spring, summer and autumn), since each of them has certain features of influence, including natural processes of delta formation.

### **2. Reporting**

The work and reports on the results of joint monitoring should be carried out on an annual basis.

Annual reports are provided to the ministries of ecology of each party by the coordinating organizations by March 15 of the following year. The joint annual report includes the following information:

- Description of works actually completed in accordance with the Program;
- A brief overview of the results developed for each area of activity;
- Selected summary statistics in tabular form;
- Recommendations regarding potential changes in the state of the environment and, if appropriate, in the form of a plan;
- Predictive assessments.

English is the main language for reporting.

Information provided in the annexes to the Consolidated Annual Report:

- A complete set of actual control data collected in accordance with the Program in tabular form;
- Annual reports presented by executive organizations involved in the implementation of the joint monitoring system.

The final version of the annual report is considered during special working meetings. The results and conclusions of the annual reports are reviewed and confirmed by the representatives of the executive organizations.

### **3. Executive organizations**

**The main Romanian executive organizations**, responsible for the implementation of joint monitoring works and its key tasks, presented in Table 1. (The list of Romanian institutions involved in the implementation of joint monitoring will be filled by the Romanian side).

**Table 1. List of Romanian institutions involved in the implementation of joint monitoring**

<b>No.</b>	<b>Organization / Address</b>	<b>Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities</b>
------------	-------------------------------	---



No.	Organization / Address	Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities
1		
2		
3		

The main Ukrainian executive organizations, responsible for the implementation of joint monitoring works and its key tasks, are presented in Table 1.1 (The list of Ukrainian institutions involved in the implementation of joint monitoring will be filled by the Ukrainian side).

**Table 1.1 List of Ukrainian institutions involved in the implementation of joint monitoring**

No.	Organization / Address	Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities
1.	Research institution "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems" (UKRNDIEP), 6 Bakulina str., Kharkiv	Work coordinator, expeditionary research (hydrobiological, hydrochemical), establishing environmental risks, forecasting the consequences of economic activity in the Ukrainian part of the Danube Delta
2.	Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO), 36 Heroes of Stalingrad str., Izmail	Hydrological and hydrochemical monitoring of the Ukrainian part of the Danube Delta
3.	Danube Biosphere Reserve (DBR) of the National Academy of Sciences str. Tatarbunarskogo Povstannia 132, a, Vylkove, Odesa region, Kiliyskyi district	Monitoring of plant and animal communities of the DBR and the Ukrainian part of the Danube Delta
4.	OdC PivdenNIRO, str. Mechnikova, 132, city Odesa	Ichthyological monitoring, including industrial species, taking into account their economic use
5.	Institute of Marine Biology NASU, str. Pushkinska, 37, Odesa	Monitoring of the Danube coast by hydrochemical, hydrobiological and hydrological indicators
6.	SE "ChornomorNDIproekt", avenue Shevchenko, 12, city Odesa	Calculations of losses from economic activity in the Ukrainian part of the Danube Delta
7.	Institute of Hydrobiology (IHB) of the National Academy of Sciences, Ave. Heroes of Stalingrad, 12, Kyiv	Hydrobiological studies of freshwater ecosystems of the Ukrainian part of the Danube Delta
8.	Institute of Zoology of the National Academy of Sciences (IZAN), str. B. Khmelnytskogo, 15, Kyiv	Research of terrestrial ecosystems of the Ukrainian part of the Danube Delta

No.	Organization / Address	Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities
9.	National Scientific Centre "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv, Pushkinska str., 83	Parasitofauna and microbial background of transboundary areas and the Ukrainian part of the Danube Delta

#### 4. Financial resources

The main financial source for implementing joint monitoring in the Romanian part is determined by the Romanian side.

The main financial source for implementing joint monitoring in the Ukrainian part is determined by the Ukrainian side.

#### 5. Amount of work

Coordinated joint monitoring should include the following components: Regular hydrological observations and regular water quality observations based on a special program;

- 1) Quality control measurements for water and bottom sediments during dredging operations in the territories of both countries in the area of the sand spit and shallow waters of the Danube River;
- 2) environmental monitoring at the location of coastal areas with soil removed during dredging operations and areas with landfills in the coastal zone;
- 3) Comprehensive field research in the Ukrainian and Romanian parts of the Danube Delta and the adjacent territories of the Black Sea coastal zone;
- 4) Monitoring of ichthyofauna;
- 5) Monitoring of plant and animal communities inhabiting the areas of the Danube Delta Biosphere Reserve and the DBR, taking into account all factors of influence;
- 6) Impact of recreational loads and navigation on coastal, aquatic and terrestrial ecosystems;
- 7) Analysis of ecological processes in the Danube Delta and the coastal zone based on satellite images;
- 8) Forecasting changes in the state of the environment (based on the contributions of each executive organization); Creating a common pathway for evaluating data obtained as a result of studies of environmental factors: water, sediments, biota. Analysis and interpretation of the received data;
- 9) Development of recommendations designed to prevent and mitigate environmental impacts in the Danube Delta.

Control of environmental factors means research, forecasting, awareness and actions aimed

at assessing the dynamics of qualitative changes in environmental factors, and their impact on natural ecosystems, social consequences.

Environmental monitoring includes control of physical, chemical and biological pollution, monitoring of the migration of harmful substances in the environment or workplaces, with measurement of the amount of these toxicants in plant and animal organisms. Environmental monitoring also includes monitoring of the ecological status of a class of transit ecosystems according to the standards of the Water Framework Directive (WFD) and the Marine Strategy (MFSM). Fisheries and sanitary-hygienic standards are used as indicators in impact assessment.

Ecological processes are related to the main functions of ecosystems: energy transfer, circulation of chemical elements and homeostasis (the process of maintaining the balance of the system against external factors).

## **6. Regular observations**

**The main goal** of regular observations is to collect accurate and statistically verified information on the aquatic environment to assess the impact associated with natural and anthropogenic factors.

### **6.1. Hydrological observations**

Hydrological monitoring should be performed on the basis of a network of control and flow measurements (flows), using manual selection prob and automatic stations installed at key points agreed by the Parties.

Key job tasks include:

- Control of the hydrological and morphological features of the Danube Delta, especially in the following areas: the mouth of the Bystre arm, the mouth of Starostambulskyi, Musura Bay and the mouth of the Sulynskyi arm (the area between the mouth of the Bystre arm and the mouth of the Sulynskyi arm);
- Identification and assessment of trends in the hydrological and morphological regime of the Danube Delta, between the mouth of the Bystre arm, the Musura arm and bay and the Sulynskyi channel, caused by natural and anthropogenic factors;
- Forecasting changes in the channel part and hydrological and morphological processes, especially in the area of: mouth of the Bystre arm, Starostambulskyi mouth, the Musura Bay and the mouth of the Sulynskyi arm (area between the mouth of the Bystre arm and the mouth of the Sulynskyi arm).

The hydrological monitoring program includes the following actions:

- Implementation of regular observations in the existing system of hydrological monitoring and additional monitoring sites in the Danube Delta;
- Organization and implementation of specialized field studies designed to track changes in

hydrological processes in the Danube Delta as a result of the action of natural and anthropogenic factors;

- Continuation of hydrological and morphological monitoring during the relevant period to determine the peculiarities of hydrological and morphological changes in the Danube Delta.

In the Danube Delta, 10 points (Romanian side) and 19 points (Ukrainian side) of hydrological monitoring were established and the parameters listed in Tables 2a and 2b were proposed.

**Table 2a. Location of hydrological monitoring, indicators and frequency (Romanian part)**

No.	Site / water body / Location	Distance from the sea line, km	Monitoring parameters and frequency						
			H	T	P	Ψ	Q	Q <sub>s</sub>	R <sub>p*Q</sub>
1									
2									

Notes: H - water level, cm; T – water temperature, °C (on the surface); Q – flow rate, m<sup>3</sup>/c; Q<sub>s</sub> – Transferred sediment flows, kg/s; R<sub>pQ</sub> – flow of suspended solids, kg/s; ≥C/year - minimum (at least) ... operations/year; Ψ – Granulometry of the bed of the water body; P – transverse and longitudinal profiles

Joint monitoring includes the following sections and frequencies of observations:

- Water level and temperature (ice condition, if available):
  - \* Twice a day observation by points:
  - \* Daily observations on points:
- Water drains, 3 campaigns per year - all points;
- Suspended substances - points:
- Bottom sediments that can be moved - points:
- Granulometry of the river bed - items:
- Transversal and longitudinal profiles - all points.

**Table 2b. Location of hydrological monitoring, indicators and frequency (Ukrainian part)**

No.	Water body, point	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations						
			H	T	S	r	Q	Q <sub>H</sub>	R <sub>p*Q</sub>
1	river Danube - Reni	163.3	730	730	-	365	-	365	365
2	river Danube - Mile 54	136.4	-	-	-	3	3	-	3
3	arm Kiliyskyi - 115 km	115.2	-	-	-	3	3	-	3
4	arm Kiliyskyi - Izmail	123.6	730	730	-	365	-	365	365
5	arm Kiliyskyi - 70 km	70.4	-	-	-	3	3	-	3
6	arm Kiliyskyi - Kiliya	47.0	730	730	-	-	-	-	-
7	arm Solomoniv - 10 km	32.0	-	-	-	3	3	-	3
8	arm Solomoniv - Lysky	27.5	730	730	-	-	-	-	-
9	arm Kiliyskyi - 20 km	20.0	-	-	-	3	3	-	3
10	arm Kiliyskyi - Vylkove	18.0	8760	730	-	365	-	365	365
11	arm Ochakiv - 15.5 km	15.5	-	-	-	3	3	-	3

No.	Water body, point	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations						
			H	T	S	r	Q	Q <sub>H</sub>	R <sub>p*Q</sub>
12	arm Bystre – source	12.5	-	-	-	3	3	-	3
13	arm Bystre - mouth	1.5	730	730	-	365	-	365	365
14	arm Starostambulskyi - 10 km	15.0	-	-	-	3	3	-	3
15	arm Skhidnyi – source	7.0	-	-	-	3	3	-	3
16	arm Lymba – source	7.7	-	-	-	3	3	-	3
17	arm Starostambulskyi – mouth	4.0	730	730	-	-	3	-	-
18	arm Kurylskyi – source	5.0	-	-	-	3	3	-	3
19	arm Tsyganskyi – source	2.0	-	-	-	3	3	-	3

Note: H - Water level, cm; T - Water temperature, °C (surface); S - Water salinity, ‰ (surface);  $\rho$  - Water turbidity, g/m<sup>3</sup>; Q - Water consumption, m<sup>3</sup>/with; Q<sub>H</sub> - Water consumption (calculation based on H values), m<sup>3</sup>/with; R<sub>pQ</sub> - Consumption of suspended sediments, kg/s.

**Ukrainian institutions are responsible** for hydrological control in the river:

- Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO, Izmail)

## 6.2. Hydrochemical observations

### a) Fresh water quality monitoring

Points for regular monitoring of water quality are determined taking into account the assessment needs, including certain impacts on water quality associated with the restoration and operation of the navigation routes of the Danube Delta in a way that separates them from other impacts, including transboundary, anthropogenic and natural factors.

Key job tasks include:

- Monitoring of hydrochemical features of the Danube Delta;
- Identification and assessment of trends in the chemical composition of water in the Danube Delta caused by natural and anthropogenic factors.
- The hydrochemical monitoring program includes the following actions:
- Regular control of water quality, based on standard monitoring programs, in existing and additional checkpoints established in the Danube Delta. Points of water quality monitoring are included in the Monitoring Network, sampling frequencies and responsible institutions are presented in Table 3. The list of controlled parameters and sampling frequencies are presented in Table 4.;
- Carrying out additional observations regarding certain features of the hydrochemical regime;
- Control of water quality at the proposed points identified during the relevant period to control the impact of maintenance works on the deep navigation routes of the Danube Delta (once a month during the period of maintenance works);
- Review and summarization of historical monitoring data available for the entire Danube Delta.

**Table 3a. Water quality monitoring sites included in the monitoring network, sampling**

**frequency and responsible organization (Romania)**

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
1.			
2.			
3.			

**Table 3b. location of monitoring included in the regular monitoring program (Ukraine).**

No.	Name	Distance from the sea edge of the delta, km	Place of sampling
1	Danube, - Reni	163.3	Middle
2	arm Kiliyskyi	115	Middle
3	arm Kiliyskyi	89.9	Middle
4	arm Kiliyskyi	49	Middle
5	arm Kiliyskyi	32	Middle
6	arm Kiliyskyi	21	Middle
7	arm Ochakiv	17	Middle
8	arm Ochakiv	6	Middle
9	Starostambulskyi arm	11	Middle
10	Starostambulskyi arm	4	Middle
11	arm Bystre	9.0	Middle
12	arm Bystre	1	Middle

**Responsible Ukrainian institutions:**

Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO, Izmail)

Ukrainian Research Institute of Environmental Problems (USRIEP, Kharkiv)

Below are previously suggested indicators and sampling frequency. These indicators need clarification and should be identical for both countries.

**Table 4a. List of monitored indicators and sampling frequency (Romanian part)**

No.	Indexes	Units of measurement	Monitoring area	Sampling frequency, times per year
<b>Physical parameters:</b>				
1.	Temperature (water, air)	°C		12
2.	pH	-		12
3.	transparency	m (cm)		12
4.	turbidity	NTU		12
5.	conductivity	µS/cm		12

No.	Indexes	Units of measurement	Monitoring area	Sampling frequency, times per year
6.	Fix residue	mg/l		12
7.	salinity	mg/l		12
8.	Total content of suspended particles	mg/l		12
<b>Chemical parameters:</b>				
9.	dry residue	mg/l		12
10.	dissolved oxygen	mg/l		12
11.	BOC5	mg O/l		12
12.	COD- Cr	mg O/l		
13.	permanganate oxidation	mg O/l		12
14.	alkalinity	mval/l		12
15.	hardness	German degrees		12
16.	silicon dioxide	mg/l		12
17.	chlorides	mg/l		12
18.	sulfates	mg/l		12
19.	sodium	mg/l		12
20.	calcium	mg/l		12
21.	magnesium	mg/l		12
22.	nitrate	mg N/l		12
23.	nitrite	mg N/l		
24.	ammonium	mg N/l		12
25.	Total nitrogen	mg/l		12
27.	orthophosphates	mg P/l		12
28.	Phosphorus is common	mg P/l		12
29.	Petroleum products (hydrocarbons)	µg/l		12
30.	surfactants	mg/l		12
31.	phenols	mg/l		12
32.	Organic chlorinated pesticides (p, p'DDT and its derivatives, Lindan)	µg/l		12
33.	General PCB(28,52,101,118,138,153,180)	µg/l		12
35.	Hg (Total and soluble phase)	µg/l		12
36.	Zn (Total and soluble phase)	µg/l		12
37.	Cd (Total and soluble phase)	µg/l		12
38.	Pb (Total and soluble phase)	µg/l		12
39.	Cr (Total and soluble phase)	µg/l		12
40.	Ni (Total and soluble phase)	µg/l		12
41.	As (Total and soluble phase)	µg/l		12
42.	Cu (Total and soluble phase)	µg/l		12
43.	Fe (Total and soluble phase)	mg/l		12
44.	Chlorophyll "a"	µg/l		12

Ukraine proposes to use the ICPDR classification standard for the control of the Danube River

(TNMN) and national (Ukraine) indicators for comparison for water quality classification.

**Table 4b. List of controlled indicators and frequency of sampling (Ukrainian part)**

No.	Indexes	units of measurement	Sampling frequency, times per year
	<b>Physical parameters:</b>		
1	water temperature	°C	12
2	pH	-	12
3	transparency	m	12
4	suspended substances	mg/l	12
	<b>Chemical parameters:</b>		
5	dissolved oxygen	mg O/l	12
6	Carbon dioxide	mg/l	12
7	BOC5	mg O/l	12
8	permanganate oxidation	mg O/l	12
9	COD	mg O/l	12
10	ammonium nitrogen	mg N/l	12
11	nitrogen nitrite	mg N/l	12
12	nitrate nitrogen	mg N/l	12
13	Phosphorus (orthophosphates)	mg P/l	12
14	organic phosphorus	mg P/l	12
15	total phosphorus	mg P/l	12
16	silicon	mg/l	12
17	dry residue	mg/l	12
18	General stiffness	mg-equiv./l	12
19	alkalinity	mg-equiv./l	12
20	chlorides	mg/l	12
21	sulfates	mg/l	12
22	hydrocarbons	mg/l	12
23	calcium	mg/l	12
24	magnesium	mg/l	12
25	sum of sodium and potassium	mg/l	12
26	petroleum products	mg/l	12
27	surfactants	mg/l	12
28	phenols	mg/l	12
29	Iron (dissolved)	mg/l	12
30	Manganese (dissolved)	mg/l	12
31	Zinc (dissolved)	µg/l	12
32	Copper (dissolved)	µg/l	12
33	total iron	mg/l	3-4
34	all manganese	mg/l	3-4
35	of all zinc	µg/l	3-4



No.	Indexes	units of measurement	Sampling frequency, times per year
36	Nickel (dissolved)	µg/l	3-4
37	total nickel	µg/l	3-4
38	total copper	µg/l	3-4
39 - 44	α-HCCH β-HCCH γ-HCCH DDT DDD DDE	µg/l µg/l µg/l µg/l µg/l µg/l	9
45	Chlorophyll "a"	µg/l	3-4

### b) Quality of deposits

As regards the Romanian Party, the points on sediment quality monitoring, included in the Monitoring Network, the frequency and the institutions that carry out the research, are presented in Table 5.

**Table 5. Sediment quality monitoring points included in the Monitoring Network, frequency and research institutions**

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
1			
2			

The Ukrainian side proposed two additional points: Sulynskyi mouth and Georgiivskyi mouth.

The points proposed by the Ukrainian side require clarification.

The following sampling point locations are used for water samples taken to monitor water quality impacts from dredging activities:

- 0.5 km upstream from the dredging site;
- 0.5 km downstream from the dredging site;
- 1 km downstream from the dredging site.

#### **The proposed control parameters are:**

- Granulometry;
- Mineralogical composition;
- Geochemistry: Heavy metals (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, Zn);
- Organic chlorine-containing pesticides (p, p' DDT and its derivatives, Lindan);
- Magnetic susceptibility;
- Hydrobiology – benthos and periphyton.

**Responsible Ukrainian institutions:**

Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO, Izmail) Ukrainian Research Institute of Environmental Problems (USRIEP, Kharkiv) Other organizations...

**c) Maritime sector**

As for the monitoring points for the maritime sector, the Romanian side proposed 3 points (profiles): Northern Sulynskyi (Musura), Sulynskyi 1 and Sulynskyi 2, which will be supplemented with monitoring data of two points proposed by Ukraine: downstream of the Bystre mouth (Bystre 1) and downstream of the Istanbul Vecha mouth (Bystre 2) (Table 6).

**Table 6. Monitoring points for the marine sector included in the Monitoring Network, frequency and institutions carrying out studies**

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
1			
2			

**Previously proposed control parameters:**

- Wave modes;
- Flow mode;
- Dispersive deposits;
- Geochemistry;
- Bathymetry;
- Mathematical modelling, if possible, especially in the area of the mouth of the Bystre arm, which flows into the Black Sea.

The parties will analyse the possibility of organizing a general expedition on boats from one side or the other.

The Ukrainian side proposes to create a mathematical model in cooperation with the Romanian side for practical use.

**6.3. Hydrobiology****a) Fresh water quality monitoring**

Hydrobiological freshwater monitoring in the Danube Delta will be performed in points S01-S32 in accordance with the following table (Romanian side).

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
-----	-----------------	---------------------	--------------------------

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
1.			
2.			
3.			

Hydrobiological freshwater monitoring in the Danube Delta will be carried out in points 1-28 in accordance with the following table (Ukrainian side).

No.	Monitoring area	Selection frequency, times a year						Responsible organization
		Microbiology	Phytoplankton	Zooplankton	macrofauna	macrophytes	Phytomicrobenthos	
1.	arm Kiliyskyi - 115 km	3	3	3	3	2	3	IHB
2.	arm Kiliyskyi - Izmail	3	3	3	3	2	3	IHB
3.	arm Kiliyskyi - 70 km	3	3	3	3	2	3	IHB
4.	arm Kiliyskyi - Kiliya	3	3	3	3	2	3	IHB
5.	arm Solomoniv - 10 km	3	3	3	3	2	3	IHB
6.	arm Solomoniv - Lysky	3	3	3	3	2	3	IHB
7.	arm Kiliyskyi - 20 km (above Vylkove)	3	3	3	3	2	3	IHB
8.	arm Kiliyskyi - Vylkove (18 km)	3	3	3	3	2	3	IHB
9.	arm Ochakiv – 17 km (loop)	3	3	3	3	2	3	IHB
10.	arm Ochakiv - 6 km	3	3	3	3	2	3	IHB
11.	arm Bilhorodskyi - 10 km	3	3	3	3	2	3	IHB
12.	arm Bilhorodskyi - branching	3	3	3	3	2	3	IHB
13.	arm Starostambulskyi - 10 km	3	3	3	3	2	3	IHB
14.	arm Bystre – source	3	3	3	3	2	3	IHB
15.	arm Bystre - mouth	3	3	3	3	2	3	IHB
16.	arm Vostochnyi - source	3	3	3	3	2	3	IHB
17.	arm Vostochnyi - mouth	3	3	3	3	2	3	IHB
18.	arm Lymba – source	3	3	3	3	2	3	IHB
19.	arm Starostambulskyi – mouth	3	3	3	3	2	3	IHB
20.	arm Kurylskyi – source	3	3	3	3	2	3	IHB
21.	arm Tsyganskyi – source	3	3	3	3	2	3	IHB
22.	PC GSH - beginning from arm Bystre	3	3	3	3	2	3	IHB
23.	PC GSH - middle	3	3	3	3	2	3	IHB
24.	PC GSH - end, spire of dam	3	3	3	3	2	3	IHB
25.	Anankin Corner Bay	3	3	3	3	2	3	IHB
26.	Potapiv Corner Bay	3	3	3	3	2	3	IHB
27.	Solonyi Corner Bay	3	3	3	3	2	3	IHB
28.	Shabosh Corner Bay	3	3	3	3	2	3	IHB

**Suggested options** for both countries:

- Phytoplankton - in season;

- Zooplankton - in season;
- Zoobenthos - in season;
- Macrophytes- in season;
- Phytomicrobenthos - in season
- Parasitofauna - in season.

#### **b) Maritime sector**

As for the monitoring points for the maritime sector, the Romanian side offers 3 points (profiles): Northern Sulynskiy (Musura), Sulynskiy 1 and Sulynskiy 2, which will be supplemented with monitoring data of two points proposed by Ukraine: downstream of the Bystre mouth (Bystre 1) and downstream of the Istanbul Vecha mouth (Bystre 2) (Table 6).

**Suggested options** for both countries:

- Phytoplankton - in season;
- Zooplankton - in season;
- Zoobenthos - in season;
- Phytoperiphyton - in season;
- Aquatic fauna - annually;
- Parasitofauna and microbial background - in season.

**Table 6b. Main directions and tasks of the hydrobiological part of the field research program (Ukrainian part)**

<b>Research objects</b>	<b>Part of research</b>	<b>Indexes</b>
Microbiological indicators	Fresh water	Determination of the seasonal state of microbiological indicators: total number of bacteria and number of saprophytic bacteria, assessment of water quality and the state of ecosystems according to microbiological indicators.
	Sea	
Phytoplankton	Fresh water	Species composition, types of diversity, total number, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, determination of saprobity, chlorophylls; assessment of the state of the forage base of fish; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on phytoplankton indicators.
	Sea	Species composition, total number, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, chlorophylls; assessment of forage and non-forage phytoplankton; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on phytoplankton indicators.

<b>Research objects</b>	<b>Part of research</b>	<b>Indexes</b>
Zooplankton	Fresh water	Species composition, types of diversity, total number of organisms, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in a group, mass species; ecological assessment of the state of the ecosystem based on zooplankton indicators; definition of saprobity; assessment of the condition of the forage base of fish.
	Sea	Species composition, types of diversity, total number of organisms, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in a group, mass species; quantitative assessment of meroplankton (pelagic larvae of benthic invertebrates); assessment of feed and non-feed zooplankton; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on zooplankton indicators.
Macrozoobenthos (invertebrate macrofauna)	Fresh water	Species composition, types of diversity, total number, total biomass, number of groups, number of species in groups, number and biomass of main groups. Ecological assessment of the state of the ecosystem based on indicators of invertebrate macrofauna groups (macrozoobenthos, phytophilic fauna, epifauna), determination of saprobity and integral state of aquatic ecosystems using biotic indices (TVI, BBI, BMWP); assessment of the condition of the forage base of fish.
	Sea	Assessment of the condition of the benthic macrofauna of the study area: biodiversity, number and biomass, ratio of different groups; assessment of the population status of mass species of bivalve molluscs; assessment of the state of the forage base of fish; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on zoobenthos indicators.
Meiobenthos	Sea	Assessment of biological diversity, quantitative indicators and characteristics of spatial distribution; determination of the state of the feed base of fish larvae and young fish, and its seasonal changes.
Phytomicrobenthos	Fresh water	Species composition, types of diversity, ratio of ecological groups, total number, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, determination of saprobity, assessment of water quality and state of the ecosystem according to phytomicrobenthos indicators
Macrophytes	Fresh water	Species composition, ratio of ecological groups, trophic status according to MTR, overgrowth area

Research objects	Part of research	Indexes
Parasitofauna and microbial background	Hydrobionts (fish, molluscs, crustaceans)	<p>Assessment of species composition of parasites and microbial background.</p> <p>Determination of the epizootic-epidemiological status of pathogens.</p> <p>Establishing the level of pathogenic influence of pathogens on hydrobiocenoses.</p> <p>Studying the peculiarities of the circulation of pathogens in the ecosystem and determining the main sources of infections and invasions.</p> <p>Forecasting outbreaks of epizootics and developing measures to prevent them and minimize the negative impact on hydrobiocenoses.</p>

#### Responsible Ukrainian institutions:

- Ukrainian Research Institute of Environmental Problems (USRIEP, Kharkiv);
- Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine (IHB, Kyiv);
- Institute of Marine Biology, National Academy of Sciences of Ukraine (IMB, Odesa); - National Scientific Centre "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (NSC "IEKVM", Kharkiv)

#### Suggested options for both countries:

- Phytoplankton - in season;
- Zooplankton - in season;
- Zoobenthos - in season;
- Macrophytes - in season;
- Parasitofauna and microbial background - in season

#### 6.4 Monitoring of ichthyofauna

The objective of this component is to investigate the impact of hydraulic construction, fishing and navigation activities on migratory and native fish species, and to develop recommendations for the organization and regulation of fishing activities in the Danube River and the Danube Delta.

#### Tasks include:

- Assessment of the state of populations of migratory and native fish species;
- Assessment of the status of natural spawning grounds and breeding grounds for young fish of migratory species;
- Assessment of impacts related to the renewal and exploitation of navigation in the Danube

Delta on migratory and native fish species and commercial fishing activities;

- Creation of appropriate recommendations for the organization of commercial fishing activities and management of fisheries in the Danube Delta.
- The assessment of damages caused to fisheries by poaching, hydrotechnical activities for the reporting period is based on actual data from field research and monitoring activities.

The main activities under this component include:

- Collecting and summarizing data on the state of commercial fish species based on information collected during field research;
- Collecting and summarizing statistical data on commercial fishing;
- Survey of young fish of migratory species to assess the state of natural reproduction (DDBRA- Isakcha monitoring station, Vylkove - Odesa SSIFO Centre);
- Development of proposals for the prevention and minimization of the consequences of restoration and operation of navigation routes for ichthyofauna.
- The Ukrainian side offers monitoring of young migratory fish in the Bystre, Sulina and Georgiivsky mouths.

Bivalve molluscs (mussels and mussels) and some crustaceans are also promising objects of fishing.

**Romanian responsible institutions** for ichthyofauna monitoring –

**Ukrainian responsible institution** is the State Enterprise SSIFO (SE Odesa Centre of the Southern Scientific Institute of Fisheries and Oceanography SE Odesa centre PIVDENNIRO) (Odesa).

The two parts of the responsible institutions, through the supervisors of the works, will provide the data obtained on the basis of the monitoring of fish species, both freshwater and marine, including migratory species. The results will contribute to updating the database.

### **6.5. Biodiversity**

This part will focus on monitoring plant and animal communities, mainly in the Danube Delta Biosphere Reserve.

Specific work tasks:

- Analysis of changes in flora groups in the Danube Delta caused by natural and anthropogenic factors with ranking of these factors;
- Analysis of changes in the composition of fauna species and populations in the Danube Delta, especially herpetofauna, bird fauna, rare species and benthic communities, caused by natural and anthropogenic factors, with the ranking of these factors;
- Monitoring of flora and fauna groups in freshwater and marine ecosystems in the Danube Delta, including parasitic species;

- Inventory of significantly disturbed areas and assessment of impacts on the state of terrestrial ecosystems (including bird fauna) in the Danube Delta and future trends;
- Provision of operational recommendations based on actual data from field studies and monitoring actions to prevent damage to the environment;
- Monitoring of invasive species.

**Romanian responsible institutions** from biodiversity monitoring–

**Ukrainian officials** biodiversity monitoring institutions–

- Danube Biosphere Reserve, National Academy of Sciences of Ukraine;
- Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine (IHB, Kyiv);
- Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine (IMB, Odesa);
- Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Ukraine (IZ, Kyiv);
- Ukrainian Research Institute of Environmental Problems (USRIEP, Kharkiv).

Other organizations.

Both parts of the responsible institutions will provide data for monitoring flora and fauna species and habitat types. The results will contribute to updating the database. The frequency of monitoring will be developed depending on the population, feeding places, wintering places typical for each species.

## 6.6. Natural resources

Certain work tasks:

- assessment of changes in freshwater and marine water communities of fish, as a subject of commercial activity formed under the influence of anthropogenic actions in the Danube Delta;
- assessment of the impact of changes in the Danube Delta fishery on local populations.

Certain activities under this component include:

- assessment of the scope and magnitude of impacts associated with the renewal and operation of navigation routes;
- monitoring of fish catches;
- monitoring of fish growth parameters as an object of commercial activity;
- operational recommendations based on actual data collected as part of monitoring activities to prevent damage to the environment.

**Romanian responsible institutions** from the monitoring of natural resources will be determined by the Romanian side:

**Responsible Ukrainian institutions:** Odesa Central State Enterprise "Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography" (SSIFO, Odesa); Danube Biosphere Reserve, National Academy of Sciences of Ukraine.



Each designated institution will annually monitor the dynamics of fishing resources in the lakeside areas, Danube branches and coastal zones. The results will contribute to the updating of databases. The frequency of monitoring will be developed depending on the population, feeding places, wintering places typical for each species.

#### **7. Quality assurance**

The following provisions are intended to ensure the proper quality of monitoring data collected under the Program: dependence on accredited laboratories and their services; use of unified sampling methods; use of the officially approved list of measurement methods; use of standard quality control procedures for chemical analyses; involvement of specialized and authoritative laboratories in the implementation of specialized research, especially leading industry research organizations and educational institutions; comparability of laboratories participating in the monitoring program.

#### **8. Information management**

Information management within the Program includes the integration of all data provided by joint organizations in a common database, logical data control, data analysis and processing. The results of regular monitoring, control measurements and field studies are presented in annual reports by the executors of the work by direction and are formalized in the annual report.

#### **9. Changes and amendments in the agreed system of joint monitoring**

Changes and corrections in the agreed system of joint monitoring are possible based on the results of stationary observations, control measurements, expeditionary studies, as well as in accordance with the course of implementation of navigation projects. Any changes in the agreed system of joint monitoring must be discussed by these two Parties (Romania and Ukraine).

**International Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the  
Danube Delta**

**CONTENT**

<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2. The purpose and strategy of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Development stages of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta</b> .....	<b>4</b>
<i>The first stage: "Formation of international cross-border monitoring based on existing national monitoring systems in accordance with the goals of the cross-border monitoring strategy" .....</i>	<b>4</b>
<i>The second stage: "Improving the observation network and material and technical base, optimizing the observation schedule in accordance with the strategy of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program" .....</i>	<b>5</b>
<i>The third stage: "Implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Monitoring Program in the planned volumes determined by the strategy of the Monitoring Program" .....</i>	<b>6</b>
<b>4. The network of stations of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program of the Danube Delta</b> .....	<b>6</b>
<b>5. Laboratories participating in the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta. Quality control of measurements</b> .....	<b>7</b>
<b>6. The material, technical and methodical base for the implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental monitoring programs..</b>	<b>7</b>
<b>7. Information management</b> .....	<b>8</b>
<b>8. Assessment of water quality and transboundary transfer</b> .....	<b>9</b>
<b>9. Study program</b> .....	<b>9</b>
<b>10. Organizational issues of joint monitoring</b> .....	<b>9</b>
<b>11. Regular observations</b> .....	<b>13</b>
<b>APPENDIX I Quantitative measurement methods and necessary instrumentation</b>	<b>25</b>
Table 1. Measurement methods recommended for use in the Monitoring Program	
Table 2. Instrumentation is necessary for the implementation of water quality research methods adopted in the Monitoring Program	
<b>APPENDIX II</b> .....	<b>31</b>
The recommended program of field research on the main directions and tasks of the hydrobiological part of the Monitoring Program (Ukrainian part)	
<b>APPENDIX III</b> .....	<b>33</b>
The structure of the annual technical report of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program	
<b>APPENDIX IV</b> .....	<b>34</b>
Methods of assessing the quality of surface water bodies and transboundary load.	
Evaluation of mass transfer	

## **1. Introduction**

The Danube Delta is a highly integrated system both in terms of accessibility and environmental aspects. National borders are irrelevant to its functioning. Recognizing this fact helps create a realistic path to a solution that is acceptable to countries and beneficial to the environment.

From the point of view of environmental protection, the Danube Delta should be considered as a single system where natural processes and anthropogenic factors have an impact on the entire river delta. This awareness requires a general approach that goes beyond individual country borders. Such an approach is necessary both for monitoring transboundary impacts and mitigation measures, which must be designed and implemented taking into account the entire Danube Delta system.

### **General questions**

General tasks for harmonization of joint monitoring should include:

- coordination of programs, methods and results of monitoring;
- agreement on the principles of creating, maintaining and exchanging databases;
- control of the state, dynamics and trends in the components of the natural environment of the Danube Delta and transboundary water bodies of the Danube Basin;
- assessment of the state of water quality and the state of the ecosystem based on chemical and biological indicators and criteria in accordance with modern assessment methods and classification systems, including integrated ecological and complex indices, etc.;
- assessment of the impact of all types of economic activity on the territories of Ukraine, Romania, Moldova and other states of the basin, on the natural environment of the Danube Delta;
- forecasting changes in the state of the natural environment due to the influence of anthropogenic factors;
- assessment and forecasting of ecosystem changes (hydrology, hydrochemistry and biota) under the influence of climate;
- assessment of biological pollution, in particular due to invasive species;
- development of recommendations designed to prevent and minimize potential negative consequences.

## **2. The goal and strategy of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta**

The main goal of the international Environmental Monitoring Program is to provide information to state management systems and the interstate basin management system in the Danube Delta, including planning measures and evaluating the effectiveness of their implementation, and providing information to national state institutions.

As the main users of the information of the Environmental Monitoring Program, the following can be identified:

- National public administration bodies in the field of protection and use of natural resources (Ministry of Environment and Territorial Planning of the Republic of Moldova, Ministry of Water, Forests and Environmental Protection of Romania and Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine);
- Scientific organizations, the public, interested water users and users of other natural resources;

The strategy of the Danube Delta monitoring program can be aimed at solving the following two tasks:

- monitoring and evaluation of the effectiveness of implementation of programs and plans for the improvement of the Danube Delta;
- cross-border load monitoring.

To implement the strategy of the environmental monitoring program, it is necessary to:

- creation of a representative network of observations,
- development of observation regulations,
- ensuring the quality and reliability of observation results.

### **3. Development stages of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta**

Creation and development of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan network The environmental monitoring program of the Danube Delta (hereinafter - the Program) can take place in three stages.

*The first stage: "Formation of international cross-border monitoring based on existing national monitoring systems in accordance with the goals of the cross-border monitoring strategy."*

At the First stage, observations should be carried out according to agreed regulations at the observation points of the national monitoring networks, which are located closest to the state border. To ensure the transition to the second stage of the Program, the following tasks are solved:

- additional equipment of laboratories and hydrological stations participating in the implementation of the Program;
- implementation of the measurement quality control system on the scale of the entire delta, including comparative analysis;
- conducting inventory work on the sources of pollution of transboundary waters, including diffuse sources;
- conducting joint research aimed at developing an agreed classification of water quality and mass

transfer assessment methods;

- carrying out complex expeditionary surveys of cross-border areas of the Danube Delta.

The following achievements can be indicators of the success of the First Stage implementation:

- at all stations (posts) included in the First Stage of the Program, the definition of the list of indicators agreed for this stage is ensured;
- the stations (posts) were equipped with the equipment necessary for the implementation of the First Stage of the Program and the transition to the Second Stage;
- an international expedition survey of transboundary areas of the basin was carried out, an assessment of the compliance of the Program regulations with its strategic goals was carried out;
- general criteria for water quality assessment have been developed within the framework of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan ecological monitoring program of the Danube Delta,
- established regular data exchange;
- established process of preparation and publication of the Yearbook of the Program;
- a system for ensuring the quality of observations has been created, including conducting regular (at least once a year) interlaboratory comparative analyses;
- the training program is developed and implemented; a training system was created for specialists of various levels who participate in the implementation of the Program.

***The second stage: "Improving the network of observations and the material and technical base, optimizing the regulation of observations in accordance with the strategy of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program"***

The tasks of the Second stage of the Program implementation can be:

- additional equipment of laboratories and hydrological stations participating in the implementation of the Program to ensure the regulations defined for the Second Stage;
- full provision of the priority information needs of the interstate basin management system and national agencies responsible for the implementation of the Program in the Danube Delta;
- improvement of the observation network;
- inventory of sources of diffuse pollution;
- development of information management and data processing methods;
- conducting the 2nd expedition survey.

The following can be considered as indicators of the success of the Second stage:

- at all stations (posts) of the monitoring network determined for the First and Second stages, monitoring of the given list of indicators with the required frequency of sampling is ensured;

- laboratory work is performed at the required quality level, an acceptable level of comparability of results obtained by different laboratories is ensured;
- the second international expedition survey of the delta areas on the territories of three countries was carried out;
- implemented coordinated approaches for the assessment of transboundary transport in the main transboundary areas;
- an expanded subprogram for monitoring the mass transfer of pollutants between the countries of the basin due to the implementation of the necessary hydrological stations and the achievement of the required frequency of sampling;
- operational information exchange of monitoring data is carried out between the countries of the basin using electronic means of communication.

***The third stage: "Implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program in the planned volumes determined by the strategy of the Monitoring Program".***

The task of the Third stage may be the implementation of the international environmental monitoring program in full, optimization of the list of controlled indicators.

At the end of each stage, a critical analysis and evaluation of the effectiveness of the Program is carried out in terms of its compliance with the requirements of information support of international basin management bodies, and recommendations for its improvement are developed.

#### **4. Network of stations of international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental monitoring programs**

When forming a network of stations of the international environmental monitoring program, the following basic principles should be applied:

- inclusion in the transboundary monitoring network of all watercourses that make a significant contribution to the transboundary transport of pollutants;
- there should be no significant sources of pollution that have a significant impact on the formation of water quality between the controlled transboundary bodies of neighboring countries;
- maximum use in forming a system of existing national posts for monitoring surface water bodies;
- a step-by-step approach to forming a network of stations of the international environmental monitoring program;
- phased transition to a time- and space-agreed definition of hydrochemical and hydrobiological parameters of water quality and hydrological characteristics in transboundary bodies in order to

ensure a comprehensive assessment of water ecosystems.

### **5. Laboratories participating in the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program. Quality control of measurements**

The laboratories responsible for conducting the international environmental monitoring program are determined based on the following criteria:

- accreditation of laboratories in the field of testing in accordance with the Monitoring Program;
- territorial distribution of functions regulated in the National Systems of Surface Water Monitoring;
- conditions for information exchange within the framework of the Monitoring Program.

The list of laboratories and organizations participating in the implementation of the international environmental monitoring program in Table 1 will be filled in by the Ukrainian, Romanian and Moldovan parties.

Table 1 - List of laboratories and organizations participating in the implementation of the basic monitoring program

<b>Item no.</b>	<b>Laboratories</b>	<b>Note</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>Ukraine</b>	
	UKRNDIEP	
	DHMO	
	<b>Romania</b>	
	<b>Moldova</b>	

### **6. The material, technical and methodical base for the implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental monitoring programs**

One of the tasks of the international environmental monitoring program is the formation of an instrument base in the laboratories of three countries, which allows the use of modern methods of analysis and guarantees the receipt of reliable, reliable and comparable information. The main principle in the formation of the material and technical base of the Monitoring Program is the use and implementation of instrumental and methodical bases corresponding to generally accepted

international practice in the field of surface water monitoring.

Appendix I lists the recommended methods of quantitative measurements (table 1) and the list of necessary instrumentation (table 2) for the implementation of water quality research methods adopted in the international Environmental Monitoring Program. Supply of the necessary equipment is mainly carried out in the First and Second stages. The main criteria for choosing laboratory equipment are:

- additional staffing of laboratories with the equipment necessary for the implementation of the international Environmental Monitoring Program;
- gradual replacement of morally or physically obsolete equipment.

### **Quality control of measurements**

The quality of measurements within the framework of the international Environmental Monitoring Program is ensured by conducting:

- internal and external audit of laboratories;
- interlaboratory comparative analyses (ICA).

At the national level, the quality of measurements is ensured by an internal and external audit of the analysis procedure prescribed in the Quality Control Manual of each laboratory, as well as by conducting an ICA with the involvement of laboratories of countries participating in the international Environmental Monitoring Program. At the international level, control of the quality of measurements is ensured by conducting ICA with the involvement of laboratories of countries participating in the international environmental monitoring program.

The frequency of ICA at each level is at least once a year. MPA in each country is carried out by a laboratory at the Reference Institution, which organizes the preparation of the ICA program, preparation of samples for analysis, sending them to laboratories, data collection and processing of results with further evaluation of results and recommendations for each laboratory.

The organization and processing of ICA between countries participating in the Monitoring Program is carried out by the International Working Group. The main results of ICA conducted at the international level are published in the annual Joint Technical Reports of the Monitoring Program.

### **7. Information management**

The process of information management begins with obtaining data in laboratories participating in the implementation of the international Environmental Monitoring Program. The resulting data are entered into the primary data bases of these laboratories. Further, the data are transferred (in the formats of measurement protocols adopted in the countries of the basin) in accordance with the information exchange regulations within the framework of national environmental monitoring systems to the reference organizations defined in each country.



Reference organizations perform data management in accordance with the procedure adopted in the relevant country participating in the Program.

Information management within the framework of conducting expeditionary surveys of the Danube Delta and special studies is determined by the relevant regulations for conducting expeditionary works and technical tasks. At the same time, the creation of a database of expedition research at the national level and their transfer to the international level in accordance with the Regulation is ensured.

### **8. Assessment of water quality and transboundary transfer**

When assessing the quality of water based on the results of transboundary monitoring, assessments are used for individual indicators (comparison with MPC and/or target quality indicators), as well as generalized indicators and indices agreed between states, including hydrobiological ones. When performing these assessments, the results of interlaboratory comparative analyses and other measures aimed at ensuring the quality of measurements are taken into account.

### **9. Training program**

Training is an important element of the international Environmental Monitoring Program. The training program should cover all the main issues of monitoring from planning to analytical methods and data processing. The main target groups of the training program implemented within the framework of the international Environmental Monitoring Program are:

- personnel of laboratories participating in the implementation of the international Environmental Monitoring Program;
- links of the national and international management systems that manage the Danube Delta.

### **10. Organizational issues of joint monitoring**

Joint monitoring should take into account all seasons (winter, spring, summer and autumn), since each of them has certain features of influence, including natural processes of delta formation.

#### **Reporting**

The work provided for by the Program and reports on the results of joint monitoring must be carried out on an annual basis.

The main reporting document on the implementation of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan environmental monitoring program of the Danube Delta is the annual Joint Technical Report, which is compiled on the basis of annual national reports. The structure of the annual Joint Technical Report is given in Annex III. Its preparation is carried out by the International Working Group.

Annual national reports are submitted to the Ministries of Ecology by each party's coordinating organizations by March 15 of the following year. The final version of the annual Joint

Technical Report is reviewed during special working meetings. Results and conclusions are reviewed and confirmed by representatives of executive organizations.

The annual national report must include the following information:

- Description of works actually completed in accordance with the Program;
- A brief overview of the results developed for each field of activity;
- Analysed statistical data in tabular form;
- Recommendations on prevention of possible negative changes in the state of the environment and, if appropriate, in the form of a list of ranked measures;
- Forecast estimates.

English is the main language for reporting. Reports are also submitted in Ukrainian, Romanian and Moldovan languages.

Information provided in the annexes to the annual Joint Technical Report:

- A complete set of factual data collected in accordance with the Program in tabular form;
- Annual reports submitted by co-executive organizations participating in joint monitoring.

#### **Executive organizations**

**The main executive organizations of Ukraine**, responsible for the implementation of Joint Monitoring and its key tasks, are presented in Table 2.1.

Table 2.1 - List of Ukrainian institutions involved in joint monitoring

<b>N</b>	<b>Organization / Address</b>	<b>Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities</b>
10.	Research institution "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems" (UKRNDIEP), 6 Bakulina str., Kharkiv	Work coordinator, expeditionary research (hydrobiological, hydrochemical), establishing environmental risks, forecasting the consequences of economic activity in the Ukrainian part of the Danube Delta
11.	Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO), 36 Heroes of Stalingrad str., Izmail	Hydrological and hydrochemical monitoring of the Ukrainian part of the Danube Delta
12.	Danube Biosphere Reserve (DBR) of the National Academy of Sciences str. Tatarbunarskogo Povstannia 132, a, Vylkove, Odesa region, Kiliyskyi district	Monitoring of plant and animal communities of the DBR and the Ukrainian part of the Danube Delta
13.	OdC PivdenNIRO, str. Mechnikova, 132, city Odesa	Ichthyological monitoring, including industrial species, taking into account their economic use
14.	Institute of Marine Biology NASU, str. Pushkinska, 37, Odesa	Monitoring of the Danube coast by hydrochemical, hydrobiological and hydrological indicators

<b>N</b>	<b>Organization / Address</b>	<b>Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities</b>
15.	SE "ChornomorNDIproekt", avenue Shevchenko, 12, city Odesa	Calculations of losses from economic activity in the Ukrainian part of the Danube Delta
16.	Institute of Hydrobiology (IHB) of the National Academy of Sciences, Ave. Heroes of Stalingrad, 12, Kyiv	Hydrobiological studies of freshwater ecosystems of the Ukrainian part of the Danube Delta
17.	Institute of Zoology of the National Academy of Sciences (IZAN), str. B. Khmelnytskogo, 15, Kyiv	Research of terrestrial ecosystems of the Ukrainian part of the Danube Delta
18.	National Scientific Centre "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv, Pushkinska str., 83	Parasitofauna and microbial background of transboundary areas and the Ukrainian part of the Danube Delta

**The main executive organizations of Romania**, responsible for the implementation of joint monitoring works and its key tasks, presented in Table 2.2 (the list of Romanian institutions involved in the implementation of joint monitoring will be filled by the Romanian side).

Table 2.2 - List of Romanian institutions involved in joint monitoring

<b>No.</b>	<b>Organization / Address</b>	<b>Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities</b>
1		
2		

**Main executive organizations of Moldova**, responsible for the implementation of joint monitoring works and its key tasks, presented in Table 2.3 (the list of Moldovan institutions involved in the implementation of joint monitoring will be filled by the Moldovan side).

Table 2.3 - List of Moldovan institutions involved in joint monitoring

<b>No.</b>	<b>Organization / Address</b>	<b>Subcontract / Name of assignment (distribution) and responsibilities</b>
1		
2		

### **Financial resources**

The main financial source for implementing joint monitoring in the Romanian part is determined by the Romanian side.

The main financial source for implementing joint monitoring in the Ukrainian part is determined by the Ukrainian side.

The main financial source for the implementation of joint monitoring in the Moldovan part is determined by the Moldovan side.

### **Amount of work**

Coordinated joint monitoring should include the following components:

- Regular hydrological observations and regular water quality observations based on a special program;
- Comprehensive field research in the Ukrainian, Romanian and Moldovan parts of the Danube Delta and the adjacent territories of the Black Sea coastal zone;
- Monitoring of ichthyofauna;
- Monitoring of plant and animal communities inhabiting separate areas of the Danube Delta Biosphere Reserve and DBR, taking into account all the influencing factors;
- Impact of recreational loads and navigation on coastal, aquatic and terrestrial ecosystems;
- Analysis of ecological processes in the Danube Delta and the coastal zone based on satellite images;
- Forecasting changes in the state of the environment (based on the contributions of each executive organization);
- Creating a common pathway for evaluating data obtained as a result of studies of environmental factors: water, sediments, biota. Analysis and interpretation of the received data;
- Quality control measurements for water and bottom sediments during dredging and other hydrotechnical works in the territories of three countries;
- Environmental monitoring at locations of coastal areas with soil removed during dredging and other hydrotechnical works and areas with landfills in the coastal zone;
- Development of recommendations designed to prevent and mitigate environmental impacts in the Danube Delta.

Control of environmental factors means research, forecasting, awareness and actions aimed at assessing the dynamics of qualitative changes in environmental factors and their impact on natural ecosystems and social consequences.

Environmental monitoring includes control of physical, chemical and biological pollution, monitoring of the migration of harmful substances in the environment or work sites, with measurement of the amount of these toxicants in plant and animal organisms. Environmental monitoring also includes monitoring the ecological status-class of transit ecosystems according to the standards of the Water Framework Directive (WFD) and the Marine Strategy (MFSM). Fisheries and sanitary-hygienic standards are used as indicators in impact assessment.

Ecological processes are related to the main functions of ecosystems: energy transfer, circulation of chemical elements and homeostasis (the process of maintaining the balance of the system against external factors).

#### **Changes and amendments in the agreed system of joint monitoring**

Changes and amendments in the agreed system of joint monitoring are possible based on the results of stationary observations, control measurements, expeditionary studies, as well as in accordance with changes in economic activity and recreational loads. Any changes in the agreed system of joint monitoring must be discussed by the three Parties (Ukraine, Romania and Moldova).

### 11. Regular observations

**the main goal** of regular observations is to collect accurate and statistically verified information on the aquatic environment to assess the impact associated with natural and anthropogenic factors.

#### *Hydrological observations*

Hydrological monitoring should be performed on the basis of the existing network of stationary posts and hydrometric structures of the Danube Delta.

The standard hydrological monitoring program consists of:

- daily two-term observations of water level, temperature and turbidity, at 6 Romanian and 6 Ukrainian stations;
- regular measurements of water flows and suspended sediments and channel measurements at 7 Romanian and 7 Ukrainian hydrometric sites in all phases of the water regime.

The special hydrological monitoring program should include:

- observation of the flow of bottom deposits with determination of their granulometric composition;
- observation of the dynamics of the sea edge of the Danube delta from Zhebriyanska Bay to Cape Sfintul-Gheorghe (Sf. George);
- observation of the intrusion of seawater into the Bystre and Sulinskyi arms.

Table 3.1 - Locations of hydrological monitoring, indicators and frequency (Ukrainian side)  
Observations on the network of stationary hydrological posts.

No.	Water body, post	Distance from the sea edge of the delta, km	List of indicators and frequency of observations				
			H	T	r	Q	R
1	river Danube - Reni	163.3	730	730	365	365	365
2	arm Kiliyskyi - Izmail	123.6	730	730	365	365	365
3	arm Kiliyskyi - Kiliya	47.0	730	730	-	-	-
4	arm Kiliyskyi - Vylkove	18.0	730	730	365	365	365

5	arm Bystre - mouth	1.5	730	730	365	365	365
6	arm Starostambulskyi – mouth	4.0	730	730	-	-	-

H – water level, T – water temperature,  $\rho$  – unit turbidity, Q – water flow calculated according to the dependence  $Q=f(H)$ , R – flow of suspended sediments.

Measurements on a network of hydrometric structures.

No.	Water body, section line	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations		
			q	r	r
1.	river Danube - Mile 54	136.4	6	6	6
2.	arm Kiliyskyi - 115 km	115.2	6	6	6
3.	arm Kiliyskyi - 43 km	43.0	6	6	6
4.	arm Kiliyskyi - 20 km	20.0	6	6	6
5.	arm Ochakiv - 15.5 km	15.5	6	6	6
6.	arm Bystre - 9.5 km	12.5	6	6	6
7.	arm Starostambulskyi - 10 km	15.0	6	6	6

Note: q – measured flow of water,  $\rho$  – average turbidity, r – measured flow of suspended sediments

Table 3.2 - Locations of hydrological monitoring, indicators and frequency (Romanian side)

Observations on the network of stationary hydrological posts

No.	Water body, point	Distance from the sea edge of the delta, km	List of indicators and frequency of observations				
			H	T	r	Q	R
1	river Danube - Isakcha		730	730	365	365	365
2	arm Tulchynskyi - Tulcha		730	730	365	365	365
3	arm Kiliyskyi - Kiliya-Veke		730	730	365	365	365
4	arm Kiliyskyi - Pereprava	21.0	730	730	365	365	365
5	arm Sulinskyi - Sulina	1.0	730	730	365	365	365
6	arm Sf. George - Sf. George	1.0	730	730	365	365	365

H – water level, T – water temperature,  $\rho$  – unit turbidity, Q – water flow calculated according to the dependence  $Q=f(H)$ , R – flow of suspended sediments.

Measurements on a network of hydrometric structures

No.	Water body, section line	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations		
			q	r	r
1.	river Danube - Mile 54		6	6	6
2.	arm Kiliyskyi - 115 km	115.0	6	6	6

Continuation of Table

No.	Water body, section line	Distance from sea edge delta, km	List of indicators and frequency of observations		
			q	r	r
3.	arm Kiliyskyi - 43 km	43.0	6	6	6

4.	arm Kiliyskiy - 20 km	20.0	6	6	6
5.	arm Tulchinskiy - Chatal Sf. George		6	6	6
6.	arm Sulinskiy - Chatal Sf. George		6	6	6
7.	arm Sf. Gheorghe - Chatal St. George		6	6	6

q – measured flow of water,  $\rho$  – average turbidity, r – measured flow of suspended sediments

Table 3.3 - Location of hydrological monitoring, indicators and frequency (to be filled in by the Moldovan side)

No.	Water body, post	Distance from the sea edge of the delta, km	List of indicators and frequency of observations				
			H	T	r	Q	R
1							
2							
3							

Joint monitoring includes the following sections and frequencies of observations:

- Water level and temperature (ice condition, if available):

\* Twice a day observation by points:

\* Daily observations on points:

- Water drains, 3 times a year - all points;
- Suspended substances - items:
- Bottom sediments that can be moved - points:
- Granulometry of the river bed - points:
- Transversal and longitudinal profiles - all points.

### ***Hydrochemical observations***

#### **Fresh water quality monitoring**

Points for regular monitoring of water quality are determined taking into account the assessment needs, including certain impacts on water quality associated with hydrotechnical, in particular with the operation of navigation routes of the Danube Delta in a way that separates them from other impacts, including transboundary, anthropogenic and natural factors.

Key job tasks include:

- Monitoring of hydrochemical conditions in the Danube Delta;
- Identification and assessment of trends in the chemical composition of water in the Danube Delta caused by natural and anthropogenic factors;

The hydrochemical monitoring program includes the following actions:

- Regular monitoring of water quality, based on standard monitoring programs, in existing and additional control points established in the Danube Delta;

- Water quality monitoring points included in the Monitoring Network, sampling frequency and responsible institutions are provided in Table 4. List of monitored parameters and sampling frequency provided in Table 5;
- Carrying out additional observations regarding certain features of the hydrochemical regime;
- Water quality control at the proposed points established during the relevant period to monitor the impact of maintenance works on the deep navigation routes of the Danube Delta (once a month during the period of maintenance works);
- Overview and summarization of historical monitoring data available for the entire Danube Delta.

Table 4.1 - Monitoring locations included in the regular monitoring program (Ukraine)

No.	Name	Distance from the sea edge of the delta, km	Place of sampling
1.	Danube, - Reni	163.3	Middle
2.	arm Kiliyskyi	89.9	Middle
3.	arm Kiliyskyi	21	Middle
4.	arm Ochakiv	6	Middle
5.	Starostambulskyi arm	4	Middle
6.	arm Bystre	1	Middle

Table 4.2 - Monitoring locations included in the regular monitoring program (Romania)

No.	Monitoring area	Distance from the sea edge of the delta, km	Place of sampling
1.	river Danube - Reni		
2.	arm Tulchynskyi - Tulcha		
3.	arm Kiliyskyi - Peryprava		
4.	arm Sulinskyi - Sulina		
5.	arm Sf. George - Sf. George		

Table 4.3 - Monitoring locations included in the regular monitoring program (to be filled in by the Moldovan side)

No.	Monitoring area	Distance from the sea edge of the delta, km	Place of sampling
1.			
2.			
3.			

Ukraine proposes to use the ICPDR classification standard for the control of the Danube River (TNMN) and national (Ukraine) indicators for comparison for water quality classification.



Table 5.1 - List of controlled indicators and frequency of sampling (Ukrainian side)

No.	Indexes	Units of measurement	Sampling frequency, times per year
	<b>Physical parameters:</b>		
1	Water temperature	°C	12
2	pH	-	12
3	Transparency	m (cm)	12
4	Suspended substances	mg/dm <sup>3</sup>	12
	<b>Chemical parameters:</b>		
5	Dissolved oxygen	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	12
6	Carbon dioxide	mg/dm <sup>3</sup>	12
7	BOC <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	12
8	Permanganate oxidation	mgO/dm <sup>3</sup>	12
9	Dichromate oxidizability (DWNF)	mgO/dm <sup>3</sup>	12
10	Ammonium salt	mgN/dm <sup>3</sup>	12
11	Nitrite	mgN/dm <sup>3</sup>	12
12	Nitrates	mgN/dm <sup>3</sup>	12
13	Phosphorus (orthophosphates)	mgP/dm <sup>3</sup>	12
14	Phosphorus is common	mgP/dm <sup>3</sup>	12
15	Silicon	mg/dm <sup>3</sup>	12
16	Dry residue	mg/ dm <sup>3</sup>	12
17	General stiffness	mg-equiv. /dm <sup>3</sup>	12
18	Alkalinity	mg-equiv./ dm <sup>3</sup>	12
19	Chlorides	mg/ dm <sup>3</sup>	12
20	Sulfates	mg/ dm <sup>3</sup>	12
21	Hydrocarbons	mg/ dm <sup>3</sup>	12
22	Calcium	mg/ dm <sup>3</sup>	12
23	Magnesium	mg/ dm <sup>3</sup>	12
24	Sum of sodium and potassium	mg/ dm <sup>3</sup>	12
25	Oil products	mg/ dm <sup>3</sup>	12
26	Surfactants	mg/ dm <sup>3</sup>	12
27	Phenols	mg/ dm <sup>3</sup>	12
28	Iron (dissolved form)	mg/ dm <sup>3</sup>	12
29	Manganese (dissolved form)	mg/ dm <sup>3</sup>	12
30	Zinc (dissolved form)	µg/ dm <sup>3</sup>	12
31	Copper (dissolved form)	µg/ dm <sup>3</sup>	12
No.	Indexes	Units of measurement	Sampling frequency, times per year
32	Total iron content	mg/ dm <sup>3</sup>	3-4
33	Total manganese content	mg/ dm <sup>3</sup>	3-4
34	Total zinc content	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
35	Nickel (dissolved form)	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
36	Total nickel content	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4
37	Total copper content	µg/ dm <sup>3</sup>	3-4

No.	Indexes	Units of measurement	Sampling frequency, times per year
38 - 43	$\alpha$ - HCCH $\beta$ - HCCH $\gamma$ - HCCH DDT DDD DDE	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$ $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	9
<b>Biological parameters:</b>			
44	Chlorophyll "a"	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	3-4

*Below are previously suggested indicators and sampling frequency. These indicators need clarification and should be identical for the three countries.*

Table 5.2 - List of monitored indicators and sampling frequency (Romanian side)

No.	Indexes	Units of measurement	Monitoring area	Sampling frequency, times per year
<b>Physical parameters:</b>				
1.	Temperature (water, air)	$^{\circ}\text{C}$		12
2.	pH	-		12
3.	Transparency	m (cm)		12
4.	Turbidity	NTU		12
5.	Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$		12
6.	Dry residue	mg/l		12
7.	Salinity	mg/l		12
8.	Total content of suspended particles	mg/l		12
<b>Chemical parameters:</b>				
9.	Calcined residue	mg/l		12
10.	Dissolved oxygen	mg/l		12
11.	BOC5	mg O/l		12
12.	Dichromate oxidizability (DWNF)	mg O/l		
13.	Permanganate oxidation	mg O/l		12
14.	Alkalinity	mval/l		12
15.	Rigidity	German degrees		12
16.	Silicon dioxide	mg/l		12
17.	Chlorides	mg/l		12
18.	Sulfates	mg/l		12
19.	Sodium	mg/l		12
20.	Calcium	mg/l		12
21.	Magnesium	mg/l		12
22.	Nitrates	mg N/l		12
23.	Nitrite	mg N/l		
24.	Ammonium salt	mg N/l		12
25.	Total nitrogen	mg N/l		12

No.	Indexes	Units of measurement	Monitoring area	Sampling frequency, times per year
27.	Orthophosphates	mg P/l		12
28.	Phosphorus is common	mg P/l		12
29.	Petroleum products (hydrocarbons)	µg/l		12
30.	Surfactants	mg/l		12
31.	Phenols	mg/l		12
32.	Organochlorine pesticides (p, p'DDT and its derivatives, Lindan)	µg/l		12
33.	Polychlorinated biphenyls (28,52,101,118,138,153,180)	µg/l		12
35.	Hg (Total and dissolved forms)	µg/l		12
36.	Zn (Total and dissolved forms)	µg/l		12
37.	Cd (Total and dissolved forms)	µg/l		12
38.	Pb (Total and dissolved forms)	µg/l		12
39.	Cr (Total and dissolved forms)	µg/l		12
40.	Ni (Total and dissolved forms)	µg/l		12
41.	As (General and dissolved forms)	µg/l		12
42.	Cu (Total and dissolved forms)	µg/l		12
43.	Fe (Total and dissolved forms)	mg/l		12
44.	Chlorophyll "a"	µg/l		12

Table 5.3 - List of controlled indicators and frequency of sampling (to be completed by the Moldovan side)

No.	Indexes	Units of measurement	Monitoring area	Sampling frequency, times per year
Physical parameters:				
Chemical parameters:				
No.	Indexes	Units of measurement	Monitoring area	Sampling frequency, times per year
Biological parameters:				

### Deposit quality

Sediment quality monitoring items included in the Monitoring Network, frequency and research institutions will be filled in by the Ukrainian, Romanian and Moldovan parties in Table 6.

Table 6 - Sediment Quality Monitoring Points Included in the Monitoring Network, Frequency of Observations and Research Institutions

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization

The proposed control parameters are:

- Granulometry;
- Mineralogical composition;
- Geochemistry: Heavy metals (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, Zn);
- Organochlorine pesticides (p, p' DDT and its derivatives, Lindan);

#### **Maritime sector**

As for the monitoring points for the maritime sector, the Romanian side proposed 3 points (profiles): Northern Sulinskyi (Musura), Sulinskyi 1 and Sulinskyi 2, which will be supplemented with monitoring data of two points proposed by Ukraine: downstream of the Bystre mouth (Bystre 1) and downstream of the Istanbul Vechy mouth (Bystre 2) (Table 7 will be completed by the Romanian, Moldovan and Ukrainian sides).

Table 7 - Observation points for the marine sector included in the Monitoring Network, frequency of observations and institutions carrying out studies

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
1			
2			

The proposed control parameters are:

- Wave modes;
- Flow mode;
- Dispersive deposits;
- Geochemistry;
- Bathymetry;
- Mathematical modelling, if possible, especially in the area of the mouth of the Bystre arm, which flows into the Black Sea.

The Ukrainian side proposes to create a mathematical model in cooperation with the Romanian and Moldovan sides for practical use.

#### ***Hydrobiological observations***

##### **Fresh water quality monitoring**

Fresh water monitoring for hydrobiological indicators in the Danube Delta will be performed at points in accordance with the following table 8, which will be completed by the Romanian and Moldovan sides.

Table 8 - Locations of freshwater monitoring by hydrobiological indicators, indicators and frequency of observations

No.	Monitoring area	Selection frequency, times a year		
		Indexes	Indexes	Indexes
1.				
2.				
3.				

Monitoring of fresh water according to hydrobiological indicators in the Danube Delta will be carried out in points 1-28 in accordance with the following table 8.1 (Ukrainian side).

Table 8.1 - Locations of freshwater monitoring by hydrobiological indicators, indicators and frequency of observations

No.	Monitoring area	Selection frequency, times a year					
		Microbiology	Phytoplankton	Zooplankton	macrofauna	Macrophytes	Phytomicrobenunus
1.	arm Kiliyskyi - 115 km	3	3	3	3	2	3
2.	arm Kiliyskyi - Izmail	3	3	3	3	2	3
3.	arm Kiliyskyi - 70 km	3	3	3	3	2	3
4.	arm Kiliyskyi - Kiliya	3	3	3	3	2	3
5.	arm Solomoniv - 10 km	3	3	3	3	2	3
6.	arm Solomoniv - Lysky	3	3	3	3	2	3
7.	arm Kiliyskyi - 20 km (above Vylkove)	3	3	3	3	2	3
8.	arm Kiliyskyi - Vylkove (18 km)	3	3	3	3	2	3
9.	arm Ochakiv – 17 km (loop)	3	3	3	3	2	3
10.	arm Ochakiv - 6 km	3	3	3	3	2	3
11.	arm Bilhorodskyi - 10 km	3	3	3	3	2	3
12.	arm Bilhorodsky - branching	3	3	3	3	2	3
13.	arm Starostambulskyi - 10 km	3	3	3	3	2	3
14.	arm Bystre – source	3	3	3	3	2	3
15.	arm Bystre - mouth	3	3	3	3	2	3
16.	arm Vostochnyi - source	3	3	3	3	2	3
17.	arm Vostochnyi - mouth	3	3	3	3	2	3

No.	Monitoring area	Selection frequency, times a year					
		Microbiology	Phytoplankton	Zooplankton	macrofauna	Macrophytes	Phytomicrobentos
18.	arm Lymba – source	3	3	3	3	2	3
19.	arm Starostambulskyi – mouth	3	3	3	3	2	3
20.	arm Kurylskyi – source	3	3	3	3	2	3
21.	arm Tsyganskyi – source	3	3	3	3	2	3
22.	PC GSH - beginning from arm Bystre	3	3	3	3	2	3
23.	PC GSH - middle	3	3	3	3	2	3
24.	PC GSH - end, spire of dam	3	3	3	3	2	3
25.	Anankin Corner Bay	3	3	3	3	2	3
26.	Potapiv Corner Bay	3	3	3	3	2	3
27.	Solonyi Corner Bay	3	3	3	3	2	3
28.	Shabosh Corner Bay	3	3	3	3	2	3

The proposed parameters for three countries:

- Phytoplankton - in season;
- Zooplankton - in season;
- Zoobenthos - in season;
- Macrophytes- in season;
- Phytomicrobenthos - in season;
- Parasitofauna – in season;
- Foreign species - in season;
- Heavy metals in macrophytes by methods of passive and active bioindication.

### ***Monitoring of ichthyofauna***

The aim of this component is to investigate the impact of hydraulic construction, fishing and navigation activities on migratory and resident fish species and to develop recommendations for the organization and regulation of fishing activities in the Danube River and the Danube Delta.

Tasks include:

- Assessment of the state of populations of migratory and native fish species;

- Assessment of the status of natural spawning grounds of native fish species and places of concentration of juveniles of migratory fish species;
- Assessment of impacts associated with hydrotechnical works on the territory of three countries, including the renewal and operation of navigation in the Danube Delta, on migratory and native fish species and commercial fishing activities;
- Creation of appropriate recommendations for the organization of commercial fishing activities and management of fisheries in the Danube Delta;
- Assessment of species diversity and analysis of changes in the composition of ichthyofauna;
- The assessment of damages caused to fisheries by poaching, hydrotechnical works for the reporting period is based on actual data from field research and monitoring activities.

The main activities under this component include:

- Collecting and summarizing data on the state of commercial fish species based on information collected during field research;
- Collecting and summarizing statistical data on commercial fishing;
- Monitoring of downward migration of juveniles of anadromous species (DDBRA - Isakcha monitoring station, Vylkove - OdC YugNIRO);
- Development of proposals for the prevention and minimization of the consequences of restoration and operation of navigation routes for ichthyofauna.

The Ukrainian side offers monitoring of young migratory fish in the mouths of the Bystre (Starostambulskyi), Sulinskyi and Georgiivskyi arms.

### ***Biodiversity***

This part will focus on the monitoring of plant and animal communities, mainly the Biosphere Reserve of the Danube Delta, in the territories of the three countries.

Specific work tasks:

- Analysis of changes in flora groups in the Danube Delta caused by natural and anthropogenic factors with ranking of these factors;
- Analysis of changes in the composition of fauna species and populations in the Danube Delta, especially herpetofauna, bird fauna, rare species and benthic communities caused by natural and anthropogenic factors, with the ranking of these factors;
- Monitoring of flora and fauna groups in freshwater and marine ecosystems in the Danube Delta, including parasitic species;
- Inventory of significantly disturbed areas and assessment of impacts on the state of terrestrial ecosystems (including bird fauna) in the Danube Delta and future trends;
- Provision of operational recommendations based on actual data from field studies and

monitoring actions to prevent damage to the environment;

- Monitoring of invasive species.

### Maritime sector

As for the monitoring points for the maritime sector, the Romanian side offers 3 points (profiles): the Northern Sulinskyi (Musura), Sulinskyi 1 and Sulinskyi 2 arms, which will be supplemented with monitoring data of two points proposed by Ukraine: downstream of the mouth of the Bystre (Bystre 1) and downstream of the mouth of the Starostambulskyi (Bystre 2) (Table 9 will be filled in by the Romanian, Moldovan and Ukrainian sides).

Table 9 - Monitoring points for the marine sector included in the Monitoring Network, frequency of observations and institutions performing studies

No.	Monitoring area	Selection frequency	Responsible organization
1			
2			

The proposed parameters for three countries:

- Phytoplankton - in season;
- Zooplankton - in season;
- Zoobenthos - in season;
- Phytoperiphyton - in season;
- Aquatic fauna - annually;
- Parasitofauna and microbial background - in season;
- Invasive species.

## APPENDIX I

### Quantitative measurement methods and necessary instrumentation

Table 1 - Measurement methods recommended for use in the international Environmental Monitoring Program

Indicator	Recommended methods	Limits of definition
Temperature	Thermometer determination	1.5-80 °C
Suspended substances	Gravimetric method (ISO 11923: 97 Water quality. Determination of suspended solid particles by means of filtration through glass fiber filters)	5-5000 mg/dm <sup>3</sup>
pH	Electrochemical method (ISO 10523:94 Water quality. Determination of pH)	1-14 Un. pH
Dissolved oxygen	Titrimetric method (ISO 5813:1983 Water quality. Determination of dissolved oxygen content)	0.2 - 20 mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
	Electrochemical method (ISO 5814:1990 Water quality. Determination of dissolved oxygen content)	0.1 - 20 mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>



Indicator	Recommended methods	Limits of definition
	Optical method (ISO 17289:2014 Water quality. Determination of dissolved oxygen content)	0.1 - 20 mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
Specific electrical conductivity	Conductometric method (ISO 7888:1985 Water quality. Determination of electrical conductivity)	> 1 mSm/m
Chlorides	Titrimetric method with silver nitrate (ISO 9297:1989 Water quality. Determination of chlorides)	5-150 mg/dm <sup>3</sup>
	Liquid ion chromatography (ISO 10304-1:92 Water quality. Determination of dissolved fluorides, chlorides, nitrites, orthophosphates, bromides, nitrates and sulfates by ion chromatography in a liquid medium)	0.1-50 mg/dm <sup>3</sup>
	Capillary ion electrophoresis method (ISO 10304-1:1992 Water quality. Determination of dissolved fluorides, chlorides, nitrites, orthophosphates, bromides, nitrates and sulfates by ion chromatography in a liquid medium)	0.5-10 mg/dm <sup>3</sup>
Sulfates	Gravimetric method using barium chloride (ISO 9280:1990 Water quality. Determination of total sulfate content)	10-1000 mg/dm <sup>3</sup>
	Liquid ion chromatography (ISO 10304-1:1992 Water quality. Determination of dissolved fluorides, chlorides, nitrites, orthophosphates, bromides, nitrates and sulfates by ion chromatography in a liquid medium)	0.1-100 mg/dm <sup>3</sup>
BOC <sub>5</sub>	The method of determining BOC <sub>n</sub> (ISO 5815-1:2003 Water quality. Determination of biochemical oxygen consumption after n days (BOC <sub>n</sub> ). Part 1. The method of dilution and sowing with the addition of allylthiourea; ISO 5815-2:2003 Water quality. Determination of biochemical oxygen consumption after n days (BOC <sub>n</sub> ). Part 2. Method for undiluted samples)	0.5-20 mgO <sub>2</sub> / dm <sup>3</sup>
COC	Titrimetric method (ISO 6060:1989 Water quality. Determination of chemical oxygen consumption)	30-700 mgO/ dm <sup>3</sup>
Oil products	Luminescent (fluorimetric) method	0.005-50 mg/dm <sup>3</sup>
	IR spectrometry	0.01-0.90 mg/dm <sup>3</sup>
Detergents (synthetic surfactants)	Spectrophotometric method with methylene blue ( ISO 7875-1:1996 Water quality. Determination of anionic detergents)	0.1-5 mg/dm <sup>3</sup>
	Spectrophotometric method with Dragendorff reagent (ISO 7875-2:1984 Water quality. Determination of anionic detergents)	0.010-0.40 mg/ dm <sup>3</sup>
DDT and derivatives	Gas chromatography method with electron capture detector GC/ECD (similar to US EPA 8310 method)	1-500 ng/ dm <sup>3</sup>
Lindan	Gas chromatography method with electron capture detector GC/ECD (similar to US EPA 8310 method)	1-500 ng/ dm <sup>3</sup>
Ammonium nitrogen	Potentiometric method (ISO 6778:1984 Water quality. Determination of ammonium content)	0.2-50 mg/ dm <sup>3</sup>
	Titrimetric method (ISO 5664:1984 Water quality. Determination of ammonium content)	0.2-1000 mg/ dm <sup>3</sup>
	Spectrophotometric method (ISO 7150-1:1984 Water quality. Determination of ammonium content)	0.008-1 mg/dm <sup>3</sup>
	Spectrometric method (ISO 7150-2:1984 Water quality. Determination of ammonium content)	0.01-50 mg/ dm <sup>3</sup>

Indicator	Recommended methods	Limits of definition
	Liquid ion chromatography (ISO 14911:1988 Water quality. Determination of ammonium content)	0.1 - 10 mg/dm <sup>3</sup>
Nitrate nitrogen	Spectrometric method (ISO 7890-1:1986 Water quality. Determination of nitrate content)	0.06-25 mg/dm <sup>3</sup>
	Spectrometric method (ISO 7890-2:1986 Water quality. Determination of nitrates)	0.22-45 mg/dm <sup>3</sup>
	Spectrometric method (ISO 7890-3: 88 Water quality. Determination of nitrates)	0.013-0.2 mg/ dm <sup>3</sup>
	Liquid ion chromatography (ISO 10304-1:1992 Water quality. Determination of dissolved fluoride, chloride, nitrite, orthophosphate, bromide, nitrate, and sulfate ions by liquid chromatography. Part 1. Method for lightly polluted waters)	0.01-0.35 mg N/ dm <sup>3</sup>
Nitrite nitrogen	Spectrometric method (ISO 6777: 84 Water quality. Determination of nitrite content)	0.005-0.300 mgN/ dm <sup>3</sup>
	Liquid ion chromatography (ISO 10304-1:1992 Water quality. Determination of dissolved fluoride, chloride, nitrite, orthophosphate, bromide, nitrate, and sulfate ions by liquid chromatography. Part 1. Method for lightly polluted waters)	0.01-0.35 mgN/dm <sup>3</sup>
Phosphates	Spectrometric method (ISO 6878:1998 Water quality. Determination of orthophosphate content)	0.005-0.8 mg/ dm <sup>3</sup>
	Liquid ion chromatography (ISO 10304-1:1992 Water quality. Determination of dissolved fluoride, chloride, nitrite, orthophosphate, bromide, nitrate, and sulfate ions by liquid chromatography. Part 1. Method for lightly polluted waters)	0.5-10 mg/dm <sup>3</sup>
Iron	Spectrometric method with sulfosalicylic acid at 425 nm	0.1-9 mg/dm <sup>3</sup>
	Spectrometric method (ISO 6332:1988 Water quality. Spectrometric method using 1,10-phenanthroline)	0.01-5 mg/dm <sup>3</sup>
	The method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ISO 11885:1996 Water quality. Determination of 33 elements by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma)	0.02-20 mg/dm <sup>3</sup>
	The method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace (ISO 15586:2003 Water quality. Determination of trace elements by the method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace)	>0.01 mg/dm <sup>3</sup>
Manganese	The method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace (ISO 15586:2003 Water quality. Determination of trace elements by the method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace)	0.002-0.04 mg/ dm <sup>3</sup>
	Spectrophotometric method using formaldehyde (ISO 6333:1986)	0.01-5 mg/dm <sup>3</sup>
	The method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ISO 11885:1996 Water quality. Determination of 33 elements by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma)	0.002-0.04 mg/ dm <sup>3</sup>
Copper	The method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace (ISO 15586:2003 Water quality. Determination of trace elements by the method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace)	0.005-0.1 mg/ dm <sup>3</sup>
	Method of flame atomic absorption spectrometry (ISO 8288:1986)	5·10 <sup>-4</sup> – 0.1 mg/ dm <sup>3</sup>

Indicator	Recommended methods	Limits of definition
	The method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ISO 11885:1996 Water quality. Determination of 33 elements by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma)	0.01-10 mg/dm <sup>3</sup>
Zinc	The method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace (ISO 15586:2003 Water quality. Determination of trace elements by the method of atomic absorption spectrometry with a graphite furnace)	5·10 <sup>-4</sup> – 0.005 mg/dm <sup>3</sup>
	Method of flame atomic absorption spectrometry (ISO 8288:1986)	2·10 <sup>-4</sup> – 0.05 mg/ dm <sup>3</sup>
	The method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ISO 11885:1996 Water quality. Determination of 33 elements by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma)	0.01-10 mg/dm <sup>3</sup>

Table 2 - Necessary instrumentation for the implementation of methods for researching the quality of surface water bodies adopted in Pmonitoring program

Indicator	Object of control	Method	Instrument
<i>General indicators</i>			
pH	Surface waters	Potentiometry	pH-meter
Suspended substances	Surface waters	Gravimetry	Electronic analytical scales of the 1st, 2nd class
Specific electrical conductivity	Surface waters	Conductometry	Conductometer
Dissolved oxygen	Surface waters	Electrochemical	Oxygen meter
	Surface waters	Optical	Oxygen meter with fluorescent sensor
	Surface waters	Titrimetric	Burette or autotitrator
Dry residue	Surface waters	Gravimetry	Electronic analytical scales of the 1st, 2nd class
Mineralization	Surface waters	Calculated	Depending on the methods of determining the total content of substances in water.
<i>The content of the main ions and biogenic substances</i>			
Anions	Surface waters	Spectrophotometry	Spectrophotometer
	Surface waters	Liquid ion chromatography	Liquid chromatograph for ion chromatography
	Surface waters	Titrimetry	Burette or autotitrator
	Surface waters	Gravimetry	Electronic analytical scales of the 1st, 2nd class
	Surface waters	Potentiometry	Ionometer

<b>Indicator</b>	<b>Object of control</b>	<b>Method</b>	<b>Instrument</b>
Cations	Surface waters	Titrimetry	Burette or autotitrator
	Surface waters	Liquid ion chromatography	Liquid chromatograph for ion chromatography
	Surface waters	Atomic emission spectrometry	Flame photometer or atomic emission spectrometer with inductively coupled plasma
	Surface waters	Atomic absorption spectrometry	Atomic absorption spectrometer
	Surface waters	Spectrophotometry	Spectrophotometer
	Surface waters	Potentiometry	Ionometer
General nitrogen Phosphorus is common	Surface waters	Titrimetry	Burette or autotitrator, or N -, P - analyser
	Surface waters	Spectrophotometry	Spectrophotometer or N -, P - analyser
<b><i>Organic substances</i></b>			
BOC <sub>5</sub>	Surface waters	Titrimetric	Burette or autotitrator
	Surface waters	Electrochemical	Oximeter
COC	Surface waters	Titrometric	Burette or autotitrator
	Surface waters	Photometry	Spectrophotometer
Organic carbon	Surface waters, bottom sediments	Method for determining organic carbon	C- analyser
Oil products	Surface waters, bottom sediments	IR spectrometry	IR spectrometer or oil product analyser
	Surface waters, bottom sediments	Fluorimetry	Fluorimeter
synthetic surfactants (detergents)	Surface waters	Spectrophotometry	Spectrophotometer
	Surface waters	Fluorimetry	Fluorimeter
Phenols	Surface waters, bottom sediments	Spectrophotometry	Spectrophotometer
	Surface waters, bottom sediments	Gas chromatography	Gas chromatograph with flame ionization detector or gas chromatograph with mass detector
	Surface waters, bottom sediments	High performance liquid chromatography	Highly efficient liquid chromatograph
Organochlorines pesticides	Surface waters, bottom sediments	Gas chromatography	A gas chromatograph with an electron capture detector or a gas chromatograph with a mass detector
Polyaromatic hydrocarbons (PAH)	Surface waters, bottom sediments	Gas chromatography	Gas chromatograph with mass detector
	Surface waters, bottom sediments	High performance liquid chromatography	Highly efficient liquid chromatograph

<b>Indicator</b>	<b>Object of control</b>	<b>Method</b>	<b>Instrument</b>
<b><i>Heavy metals and metalloids</i></b>			
Heavy metals and metalloids	Surface waters, bottom sediments, biota	Atomic absorption spectrometry	Atomic absorption spectrometer
	Surface waters, bottom sediments, biota	Atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma	Atomic emission spectrometer with inductively coupled plasma
	Surface waters, bottom sediments, biota	Atomic fluorescence spectrometry	Atomic fluorescence analyser
	Surface waters, bottom sediments	Spectrophotometry	Spectrophotometer
	Surface waters, bottom sediments, biota	Mass spectrometry with inductively coupled plasma	Mass spectrometer with inductively coupled plasma
<b><i>Hydrobiology</i></b>			
All indicators	Biota	Visual	Microscope
<b><i>Microbiology</i></b>			
All indicators	Surface waters	Visual	Microscope

In addition to the means for carrying out measurements in the implementation of the international environmental monitoring program, the presence of auxiliary equipment is required:

- samplers, including bathometers, telescopic samplers, etc.;
- thermostatic equipment, including refrigerators, freezers for stationary storage and transportation of samples, thermal containers (2-4° C), thermostats (working both for heating and cooling);
- thermal equipment, including drying cabinets (50 - 300° C), muffle furnaces (100 - 1200° C), water and sand baths, heaters, autoclaves.
- filtering equipment, including vacuum filtering equipment, etc.; equipment for water preparation, including deionizers, distillers, bidistillers;
- laboratory utensils, including measuring flasks, pipettes, etc.;
- equipment for sample preparation depending on the parameters to be determined, including microwave sample preparation systems, ball mills, ultrasonic baths, magnetic stirrers, etc.;
- laboratories must be equipped with microclimate control systems, exhaust ventilation systems, fume hoods, laboratory washing machines, etc.

To meet the sampling requirements on large rivers such as the Danube, a supply of

watercraft is required.

## APPENDIX II

The recommended program of field research on the main directions and tasks of the hydrobiological part of the Monitoring Program (Ukrainian part)

<b>Research objects</b>	<b>Part of research</b>	<b>Indexes</b>
Microbiological indicators	Fresh water	Determination of the seasonal state of microbiological indicators: total number of bacteria and number of saprophytic bacteria, assessment of water quality and the state of ecosystems according to microbiological indicators.
	Sea	
Phytoplankton	Fresh water	Species composition, types of diversity, total number, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, determination of saprobity, chlorophylls; assessment of the state of the forage base of fish; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on phytoplankton indicators.
	Sea	Species composition, total number, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, chlorophylls; assessment of forage and non-forage phytoplankton; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on phytoplankton indicators.
Zooplankton	Fresh water	Species composition, types of diversity, total number of organisms, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in a group, mass species; ecological assessment of the state of the ecosystem based on zooplankton indicators; definition of saprobity; assessment of the condition of the forage base of fish.
	Sea	Species composition, types of diversity, total number of organisms, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in a group, mass species; quantitative assessment of meroplankton (pelagic larvae of benthic invertebrates); assessment of feed and non-feed zooplankton; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on zooplankton indicators.
Macrozoobenthos (invertebrate macrofauna)	Fresh water	Species composition, types of diversity, total number, total biomass, number of groups, number of species in groups, number and biomass of main groups. Ecological assessment of the state of the ecosystem based on indicators of invertebrate macrofauna groups (macrozoobenthos, phytophilic fauna, epifauna), determination of saprobity and integral state of aquatic ecosystems using biotic indices (TVI, BBI, BMWP); assessment of the condition of the forage base of fish.
	Sea	Assessment of the condition of the benthic macrofauna of the study area: biodiversity, number and biomass, ratio of different groups; assessment of the population status of mass species of bivalve molluscs; assessment of the state of the forage base of fish; assessment of water quality and the state of the ecosystem based on zoobenthos indicators.

<b>Research objects</b>	<b>Part of research</b>	<b>Indexes</b>
Meiobenthos	Sea	Assessment of biological diversity, quantitative indicators and characteristics of spatial distribution; determination of the state of the feed base of fish larvae and young fish, and its seasonal changes.
Phytomicrobenthos	Fresh water	Species composition, types of diversity, ratio of ecological groups, total number, total biomass, number of main groups, biomass of main groups, number of species in groups, mass species, determination of saprobity, assessment of water quality and state of the ecosystem according to phytomicrobenthos indicators
Macrophytes	Fresh water	Species composition, ratio of ecological groups, trophic status, overgrowth area
Parasitofauna and microbial background	Hydrobionts (fish, molluscs, crustaceans)	Assessment of species composition of parasites and microbial background. Determination of the epizootic-epidemiological status of pathogens. Prediction of epizootic outbreaks.
Foreign species		Availability, species composition, abundance, assessment of the probability of the species becoming invasive.

### **APPENDIX III**

#### **The structure of the annual joint technical report of the international Ukrainian-Romanian-Moldovan Environmental Monitoring Program**

1. Description of the network and monitoring program. Including:
  - principles of organization and basic data on the observation network;
  - observed indicators;
  - quality control of observations;
  - information management.
2. Description of the scope of work performed, including work to ensure the quality of observations.
3. Results of hydrological observations and their analysis.
4. Results of hydrochemical observations and their analysis.
5. Results of biological observations and their analysis.
6. Adopted criteria for water quality assessment (transboundary water bodies) of the Danube Delta as a transboundary body.
6. The main results of interlaboratory comparative analyses.
7. Statistics of water quality indicators (by individual indicators).
8. Results of expeditionary and special studies (brief summary of main results) and their analysis.

Addition: Summarized statistical data of measurement results at all points and stations of

observation networks of the international Environmental Monitoring Program.

#### APPENDIX IV

##### Methods of assessing the quality of surface water bodies and cross-border load

##### Calculation of WPI (water pollution index)

Calculation of WPI is carried out according to the formula

$$I = \frac{1}{6} \sum_i^6 \frac{c_i}{MPC_i},$$

which summarizes the ratio of the observed concentrations of substances to those corresponding to the MPC.

For application within the framework of the international Environmental Monitoring Program, a modification of this assessment method is used, in which two indicators are constant (BOC<sub>5</sub> and dissolved oxygen), and as others take indicators with the largest values of their absolute value, which have, up to the MPC, with such a calculation that the total number of indicators is equal to six.

When assessing the state of watercourse sections at this observation point, the following steps are performed by the WPI: 1) WPI is calculated for each sampling; 2) for each sampling, the quality class according to WPI and the number of exceedances of MPC are determined; 3) evaluate statistics for a number of observations for the evaluated period - minimum and maximum values, averages, standard deviation and quantiles.

To interpret the obtained index, use the scale given in the table below:

##### Quality classes and indices of water pollution

Water quality class	Characteristics of the class	Value of WPI
1	Very clean	less than or equal to 0.3
2	Clean	more than 0.3 to 1
3	Moderately polluted	more than 1 to 2.5
4	Contaminated	more than 2.5 to 4
5	Dirty	more than 4 to 6
6	Very dirty	more than 6 to 10
7	Extremely dirty	more than 10

##### Evaluation of mass transfer



As a basic method of calculation, the method of proportions is used, with stratification of the initial series of data by dates<sup>1</sup>. The first proportion consists of data for March, April and May of this year, the second - data obtained for other months.

For indicators that do not correlate with costs<sup>2</sup>, is applied formula

$$L = N * L_1 \frac{\bar{Q}}{\bar{q}}, \quad (1)$$

where L - desired volume of mass transfer, N - number of days in a year, L<sub>1</sub> - average daily mass transfer, defined as the product of measured concentrations by the flow volume on the corresponding day,  $\bar{Q}$  - average daily consumption per year,  $\bar{q}$  - average daily consumption for the days on which sampling was performed.

In case of a significant correlation between costs and concentrations, the following formula is used:

$$L = N * L_1 \frac{\bar{Q}}{\bar{q}} \frac{n + F_{wq}}{n + F_q}, \quad (2)$$

where  $F_{wq} = \frac{\text{Cov}(w, q)}{\bar{w}\bar{q}},$

$$F_q = \frac{\text{Var}(q)}{(\bar{q})^2}$$

$w$  - mass transfer measured during sampling  $w = q_j c_j$ ;

Cov() - sample covariance;

Var() – sample variance;

$n$  – number of samples;

other notations are the same as in (1)

<sup>1</sup> Optimum determination of the method of stratification of data from the point of view of the reliability of the obtained mass transfer estimates requires special studies. Before obtaining the appropriate results, it is recommended to evaluate several calculation options.

<sup>2</sup> Determining the critical level of correlation significance requires special additional research. Before obtaining the appropriate results, it is recommended to evaluate two calculation options.

**Program of works  
for the provision of services for the creation of scientific and technical products "complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2023-2024. Area of the sea approach channel"**

**1. Relevance and purpose of the work**

Anthropogenic load on the ecosystem of the Ukrainian part of the Danube Delta, as a result of operational dredging on the sea approach channel canal of the deep-water navigation fairway Danube river - Black Sea, (SAC DWNF) as well as due to the constant movement of water transport, creates certain threats to the natural environment, which is unique in the Danube Delta and has pan-European significance. In particular, the SAC GSH passes through the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR), which is one of the centers of European importance from the point of view of preserving biological diversity.

The international aspect is important, related to the increased attention paid to Ukraine's actions on the restoration and operation of the DWNF Danube river-Black Sea on the part of governments and international environmental organizations. From this point of view, it is also extremely relevant to implement a monitoring system in the Ukrainian Danube Delta that meets international standards, provides an objective picture of the state of the basin's ecosystem and provides the necessary information on transboundary impacts in accordance with the requirements of the Espoo Convention.

**The purpose of comprehensive ecological monitoring under a special program (hereinafter the Program) during the operation of the DWNF is to obtain reliable information on changes in ecosystems and their trends over time compared with a previously established state based on observation, assessment and forecasting.**

The general tasks of environmental monitoring include:

- ensuring control of the state and dynamics of the components of the natural environment during the operation of the sea approach channel of the DWNF Danube river - Black Sea;
- assessment of the quality of sea water and the state of ecosystems according to hydrochemical, hydrobiological and microbiological indicators and criteria, according to modern methods and classifications in the places of work;
- assessment of damage caused to the components of the natural environment as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river - Black Sea and during storage of extracted soil;
- determining the possible negative impact on the ecological state of the Danube Delta, in particular on the water and coastal ecosystems of the Danube Biosphere Reserve (DBR);

- obtaining the necessary information on transboundary impacts on the environment in accordance with the requirements of the Espoo Convention;
- development of proposals for prevention of negative impact on the environment, including in the cross-border context.

## **2. Term of validity of the Program**

The program of monitoring studies is designed to carry out observations during the works on the sea part of the canal and the operation of the DWNF. It covers all seasons, which differ, including the manifestations of natural processes of delta formation.

## **3. Reporting under the Program**

Processing of monitoring results is carried out in stages and annually. The corresponding results are provided to the Customer in the form of annotated quarterly reports, an annual consolidated final report and an annual annotated consolidated final report.

Annotated reports by stages are prepared based on the results of work during the term of the contract according to the calendar plan and include concise data on:

- the actual scope of works performed in the areas of monitoring in the reporting period and preliminary research results;
- maintained array of received monitoring data for the relevant period.

Annotated quarterly reports (II, III and IV quarters of 2023, I quarter of 2024) with calculations of compensation payments and the final soil capacity of the sea underwater dump (submitted by the 15th of the month following the reporting period).

Annotated consolidated reports for the first and second half of 2023 with justification for the further use of the dredging soil landfill are submitted by the 15th of the month following the reporting half-year.

The consolidated final report contains:

- description of the works actually performed according to the program;
- concise analysis of results in different areas;
- separate summary statistical tables;
- assessment of the negative impact on the aquatic environment and ichthyofauna;
- calculations of corresponding compensation payments;
- preliminary calculation of damages caused to the components of the natural environment as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black Sea and during storage of extracted soil for the next year;
- assessment of a possible negative impact on the ecological state of the Danube Delta according to chemical and biological indicators and criteria, as well as a possible cross-border impact on the territory of the affected Parties;

- proposals for prevention of negative impact on the environment, including in the cross-border context;

- scientific substantiation of the further operation of the underwater sea dump.

The language of the reports is Ukrainian, the annotated consolidated final reports for 2022 and 2023 are also provided in English translation.

The following are attached as appendices to the Consolidated Final Report:

- actual data obtained under the monitoring program in tabular form - in full;
- annual reports of co-executive organizations of the monitoring program (in the original language) in electronic form.

The annotated summary final report contains a summary of the year's research findings and key findings and recommendations.

Annual reports (consolidated and annotated) for 2022 are provided to the Customer by May 31, 2023.

Annual reports (consolidated and annotated) for 2023 are provided to the Customer by February 10, 2024.

#### **4. Program topics**

The main executor of the Program is the Scientific Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Environmental Problems" (UKRNDIEP) of the Ministry of Natural Resources of Ukraine, Kharkiv (hereinafter the Executor). The list of Program topics is given in Table 1.

**Table 1.** List of topics of the Integrated Environmental Monitoring Program.

Clarification and redistribution of work by topics and types of work is carried out by the Chief Executive Officer of the Program during the development of the Work Program for Integrated Environmental Monitoring

No.	Topic	Types of work
-----	-------	---------------

No.	Topic	Types of work
1	Performer -  The main performer of the program	Task: - planning, organization and coordination of works; - participation in complex expedition surveys, including hydrobiological studies, microbiological studies of autochthonous and allochthonous microflora, studies of contamination of the Danube Delta with toxic substances and compounds and indicator microorganisms (district of DBR, coastal floodplain ecosystems); - information management (processing, summarization of information, maintenance of the Monitoring Program database, including based on the results of the ERS); - comprehensive ecological assessment of water quality; - assessment of the possible transboundary impact of dredging works and operation of DWNF, as well as the impact of transboundary pollution in the Ukrainian part of the delta; - forecast of possible changes in the state of the natural environment; - development of recommendations for the prevention and minimization of possible impacts of activities on the operation of DWNF; - assessment of the cumulative impacts of shipping on the state of ecosystems; - summarization of monitoring results; preparation of a summary report; - preparation of a collective monograph according to the results of environmental monitoring.
Topics of monitoring studies performed by co-implementers		
2	Conducting hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea	Task: - hydrological monitoring within the framework of regular observations; - hydrochemical monitoring as part of regular observations at stationary points; - study of the dynamics of the sea edge of the delta (SED); - obtaining operational information about the daily amount of weighed and dragged sediments that are carried out to sea through the Bystre arm; - a forecast of possible changes in the state of the natural environment.

No.	Topic	Types of work
3	Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part)	<p>Task:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- performing complex expeditionary surveys of the coast;</li> <li>- determination of species diversity, number, biomass of hydrobionts; fish fodder base for calculating compensation payments;</li> <li>- research on the granulometric composition of soils within the framework of a comprehensive expedition survey;</li> <li>- observation in the process of dredging and dumping of soil on the sea dump during the operation of the DWNF Danube river-Black Sea;</li> <li>- assessment of the quality of bottom sediments;</li> <li>- collection and generalization of hydrobiological, hydrological and hydrochemical data in the bar area and adjacent water area;</li> <li>- database formation;</li> <li>- forecast of possible changes in the state of the environment;</li> <li>- recommendations and correction of the monitoring program;</li> <li>- assessment of possible cross-border impact.</li> </ul>
4	Ichthyological monitoring during operation of the navigation fairway Danube river-Black Sea	<p>Task:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- study of the influence of ship traffic operation on the state of ichthyofauna;</li> <li>- assessment of the negative impact on ichthyofauna, calculations of compensation payments;</li> <li>- a preliminary calculation of damages caused to fish resources as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black Sea and during storage of extracted soil for the next year.</li> </ul>

No.	Topic	Types of work
5	Monitoring of the marine hydraulic dump of the soil in the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black Sea and calculations of compensation payments for the pollution of the water environment	<p>Task:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assessment of the current state and residual soil capacity of the dump;</li> <li>- scientific substantiation of the further operation of the marine hydraulic dump;</li> <li>- assessment of the impact on the aquatic environment as a result of the operation of the DWNF, calculations of compensation payments, including preliminary calculation of compensation payments for 2024.</li> </ul>
6	Monitoring of the plant and animal communities of the coastline and floes of the Danube Biosphere Reserve during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea	<p>Task:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- study of the influence of anthropogenic factors and natural processes on the state of plant and animal communities of the DBR;</li> <li>- an assessment of the impact of the operation of the DWNF on the terrestrial ecosystems of the BZ and their trends over time in comparison with the state before the construction of the course;</li> <li>- assessment of the impact of all types of activities on the territory of the DBR with a ranking of anthropogenic factors and a forecast of possible changes in the state of ecosystems;</li> <li>- development of recommendations to optimize work technologies and reduce the negative impact on coastal ecosystems;</li> <li>- assessment of possible cross-border impact.</li> </ul>
7	Monitoring of the state of aquatic ecosystems in the zone of influence of the restoration and operation of the DWNF (according to hydrobiological indicators)	<p>Task:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- determination of the ecological state of water ecosystems in accordance with the requirements of the EU Water Framework Directive;</li> <li>- development of recommendations for improving the monitoring system of the DWNF Danube river - Black Sea;</li> <li>- development of recommendations for minimizing the impact of the DWNF Danube river-Black Sea on freshwater ecosystems.</li> </ul>

## 5. Types of work

The monitoring program provides for the following main types of work:

1) Conducting and processing the results of regular hydrological and hydrochemical monitoring at background observation points, in the area of hydraulic engineering works and in the zone of possible influence of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea on the natural environment;

2) Carrying out and processing the results of control measurements of water quality and bottom sediments during dredging operations at the sea access channel of the DWNF and in the area of the marine soil dump;

3) Assessment of the cumulative impacts of shipping on the state of land and water ecosystems;

4) Assessment of the state of water areas used for fish spawning and for nesting and feeding birds;

5) Conducting complex expedition surveys of water quality and the state of environmental components. Complex expeditionary surveys include hydrological, hydrochemical and hydrobiological studies of the marine part of the GSH, as well as coastal ecosystems on the territory of the DBR;

6) Monitoring of the state of ichthyofauna, assessment of the negative impact on fish resources during operation of the navigation fairway Danube river-Black Sea;

7) Quarterly calculations of damages caused to the aquatic environment and fish stocks and the amount of compensation payments, assessment of the residual soil capacity of hydraulic dumps (marine, etc.).

8) Preliminary calculation of damage caused to the components of the natural environment as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black Sea and during storage of extracted soil for 2024;

9) Monitoring of the plant and animal communities of the shoreline and floodplains of the Danube Biosphere Reserve during the operation of the DWNF Danube river-Black Sea;

10) Analysis and generalization of the results of observations, development of forecasts of changes in the state of the natural environment; assessment of the possible transboundary impact of operational dredging and shipping;

11) Development of recommendations for the prevention and minimization of the impacts of the operation of DWNF on the surrounding natural environment, including in a transboundary context.

**6. Conducting hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea**

**the main goal** regular observations - obtaining statistically based information on the state



and trends (trends) of hydrological and hydrochemical indicators of the water environment in the area of work under the influence of natural and anthropogenic factors, operational information on the daily amount of weighed and dragged sediments that are carried into the sea through the Bystre arm

### **6.1. Regular hydrological observations**

The basis of the network and program of hydrological observations is a network of hydrological stations and hydrometric structures at the mouth of the river Danube.

The tasks of the works are:

- observation of the dynamics of the hydrological characteristics of the Danube delta during the operation of the DWNF Danube river-Black Sea;
- establishment and assessment of trends in natural and anthropogenic changes in the hydrological regime in the Ukrainian section of the Danube Delta;
- development of a forecast of changes in hydrological processes in the Ukrainian section of the Danube Delta;
- Hydrological observations include the following types of work:
  - performing regular observations according to standard programs on the network of operating hydrological posts and structures in the Danube Delta;
  - organization and carrying out of special expeditionary works on the study of natural and anthropogenic variability of hydrological processes in the Danube Delta.
- observation of the dynamics of the sea edge of the Kiliya Delta: from the mouth of Poludennyi arm to the mouth of Tsyganskyi arm.

### **6.2. Regular hydrochemical observations**

The basis of the network of points and program of hydrochemical observations within the framework of the Monitoring Program during the operation of the DWNF is the network and program of control points on the studied section of the Danube.

The tasks of the works are:

- establishment and assessment of trends in natural and anthropogenic changes in the hydrochemical regime in the Ukrainian section of the Danube Delta.
- observation of the dynamics of the hydrochemical characteristics of the Danube delta during the operation of the DWNF Danube river-Black Sea.

## **7. Control measurements of water quality during operational dredging works at the SAC DWNF and soil storage at the marine underwater dump.**

Control measurements can be taken during comprehensive expedition surveys, if they are performed according to the scheme adopted for control measurements and with the corresponding

list of indicators:

- control measurements of water quality, quality of bottom sediments, hydrological observations during dredging operations on the bar of the Bystre arm;
- monitoring in the area of marine soil dump.

The task of control measurements is the direct assessment of man-made impact on water quality in the process of soil excavation, control of water quality in the areas of hydraulic dumps (sea in particular) during operational dredging operations.

### **8. Complex expedition surveys**

UKRNDIEP organizes and controls complex expeditions with the maximum possible use of watercraft.

Complex expedition surveys within the framework of the Monitoring Program are aimed at an in-depth study of the impact of anthropogenic factors and natural processes on the state of the natural environment.

The goals of the expedition are:

- obtaining complex hydroecological and microbiological (including sanitary and hygienic) assessments of the state of the Ukrainian part of the Danube Delta and the adjacent part of the Black Sea;
- a comprehensive assessment of the impact of operation of the DWNF Danube river-Black Sea on the state of biocenoses; on the state of water areas used for fish spawning, young grazing and nesting and feeding of birds;
- obtaining hydrobiological, microbiological and hydrochemical data necessary for the assessment of the negative impact on the aquatic environment and biological resources as a result of the operation of the DWNF Danube river - Black Sea and other anthropogenic factors;
- clarifying and correcting the program of regular observations;
- assessment of the scale of possible negative impacts of the operation of the DWNF (losses of the diversity of habitats, their unification and simplification due to the construction of the canal, and the renewal of full-scale navigation) and the development of proposals for their minimization.

Complex expeditionary research includes a detailed hydrobiological, microbiological and hydrochemical study of the state of ecosystems within the DBR, research in the bar part of the Bystre estuary and on an 8-km stretch of the Danube part of the Black Sea (from Prorva to the Ukraine-Romania sea border).

Complex expeditionary research is carried out in the spring-summer, summer-autumn and autumn-winter periods.

### **Program of complex expedition surveys**

Hydrochemical studies:

- At stationary points of the network of regular observations: in part of the research program, which complements regular observations, in particular specific impurities, toxicants, etc.

Hydrobiological samples are taken:

at stations of stationary points (phytoplankton, zooplankton, zoobenthos);

Hydrobiological studies during complex expedition surveys are carried out with the aim of: determination of trends in the dynamics of the state of populations, groups, hydrobiocenoses and hydroecosystems; collection of data for assessment of damage caused to biological resources;

Placement of stations takes into account the directions of transport of water masses and suspended sediments.

Hydrological studies include measurements of salinity and temperature profiles from the bottom to the surface of the water, as well as measurements of the direction and speed of currents.

### **9. Ichthyological monitoring during operation of the navigation fairway Danube river - Black Sea**

The purpose of research is:

- study of the impact of operational dredging and shipping on migratory and freshwater fish species, development of recommendations for the organization and regulation of fishing on the river Danube.

Tasks of research:

- study of the state of populations of migratory and migratory fish species;  
- study of the influence of the operation of the shipping route along the Ukrainian section of the river Danube for passing and drifting species of fish and fishing.

- Works should include:

- carrying out in-situ ichthyological observations in places where hydrotechnical works are directly carried out and in areas subject to indirect influence due to siltation;

- observation of the condition of natural spawning grounds of fish and water areas used for early development and grazing of young;

- performance of a complex of in-situ ichthyological observations in areas where soil dumps are organized;

- assessment of the impact of dredging works on the bar part on the migration of passing fish species;

- collection and generalization of data on the state of industrial ichthyofauna on the basis of materials obtained during research;

- collection and generalization of statistical data on fishing;

- assessment of the scope of the work's impact on the intensity of fishing;
- development of proposals for the prevention and minimization of the impact of the exploitation of DWNF on the ichthyofauna;
- assessment of the negative impact on ichthyofauna during dredging operations for the reporting period and calculations of compensation payments, which are performed on the basis of in-kind materials obtained during comprehensive monitoring.

#### **10. Calculations of compensation payments**

**Based on the results of the monitoring, an assessment of the negative impact of hydrotechnical works on the components of the natural environment and calculations of the corresponding compensation payments are carried out, in particular:**

- calculations of compensation payments for the negative impact on fish resources during hydrotechnical works;
- preliminary calculation of the loss of biological resources during the performance of operational dredging works at the SAC of the DWNF Danube river-Black Sea and storage of soil at the marine underwater dump for 2024 with recommendations on limiting economic activity during the works;
- calculations of compensation payments for pollution of the water environment as a result of operational dredging works on the sea access channel of the DWNF Danube river-Black Sea;
- preliminary calculation of damages caused to water resources as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black Sea and during the storage of extracted soil for 2024.

Compensation payments are calculated quarterly. Officially approved methods are used for calculations.

When calculating compensation payments, the responsible organizations use the results of their own research, as well as the results of the research of other co-executors of the Program, which are provided to the organizations responsible for the calculations in the working order through the Executor.

#### **11. Monitoring of the marine hydraulic dump of the soil in the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black Sea**

In the course of the monitoring of the marine hydro dump of the soil, the following should be carried out:

- assessment of the current state and residual soil capacity of the dump;
- scientific substantiation of the further operation of the marine hydraulic dump.

#### **12. Monitoring of the plant and animal communities of the shoreline and floes of the Danube Biosphere Reserve during the operation of the deep-water navigation fairway Danube**

## **river - Black Sea**

The purpose of the works according to this section, there is an assessment of the impact of the operation of the hydroelectric power plant on changes in coastal ecosystems on the territory of the DBR, separated from other anthropogenic and natural factors.

Tasks of research: analysis of the dynamics of the DBR flora under the influence of natural and anthropogenic factors with their ranking; analysis of the dynamics of the species composition and population size of herpetofauna, ornitofauna, rare ichthyofauna and benthos of the DBR under the influence of natural and anthropogenic factors with their ranking; assessment of the cumulative impacts of shipping on the state of land and water ecosystems; assessment of the state of water areas used for fish spawning and for nesting and feeding birds; determining the scale of possible negative impacts.

### **13. Analysis of ecological processes in the Danube Delta and the coastal part of the sea using remote monitoring tools**

Works include:

- monitoring of the content and spatial distribution of suspended solids in the Danube Delta and in the coastal part of the Black Sea using space images.
- long-term observations of the dynamics of the SED;
- replenishment of the created database, which contains in GIS formats the results of processing and analysis of space images regarding the dynamics of channel processes and monitoring data.

### **14. Ensuring the quality of observations**

In order to ensure the quality of observations, the Program envisages:

- execution of works only by accredited laboratories;
- unification of sampling methods;
- use of the established list of methods for determining indicators;
- performance of standard quality control procedures for chemical and analytical research;
- involvement of specialized laboratories of leading Ukrainian industry institutes and institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine in carrying out special research.

### **- 15. Information management**

Information management as part of the implementation of the Program includes the integration of all data received from co-executive organizations during the work in a single database, their logical control, analysis and processing.

The results of regular monitoring, control measurements and complex expeditionary studies are drawn up by co-executors in the form of quarterly reports and an annual report.

UKRNDIEP, as the responsible executor, ensures the integration of data received from all

executors of the Program, their analysis, processing and preparation of joint reports by stages of the Program's implementation.

#### **16. Actions in case of extreme (emergency) pollution**

In case of detection during monitoring works of extraordinary (emergency) pollution, the results of observations are transferred to the competent bodies of the Ministry of Natural Resources of Ukraine, which act in accordance with the international guidelines of the main international notification centres of the international system of notification of emergency and emergency situations in the Danube River Basin (AEWS).

#### **17. Review and correction of the Program**

It is allowed to review and adjust the Program based on the results of stationary observations, control measurements, expeditionary studies, as well as according to the progress of operational works. Changes to the Program are coordinated by a separate division of the Customer - the "Delta-pilot" branch of the "AMPU" SE.

**APPENDIX K**  
**MONITORING ANNOTATED FINAL REPORTS FOR 2020 - 2022**

UDK 504.064.3:282.243.7

**Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine**  
**RESEARCH INSTITUTION "UKRAINIAN RESEARCH INSTITUTE OF**  
**ENVIRONMENTAL PROBLEMS" (UKRNDIEP)**

**61166, Kharkiv, 6 Bakulina str.;**  
**tel./fax (057) 702-15-92; Email: directorniiep@gmail.com**

**APPROVED:**

**First Deputy Director**  
**in scientific work**

\_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ **Vasenko O.G.**  
2021

**ANNOTATED CONSOLIDATED FINAL REPORT FOR 2020 .**  
**ON RESEARCH WORK**

"Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water  
navigation fairway Danube river-Black Sea in 2020-2021.  
Area of the Sea approach channel»

Agreement No. 1260/1.1/139-B-FDL-20 dated June 2, 2020.

**III stage**

Responsible executor

O.Yu. Iyevleva

2021

## CONTENT

	page
Introduction	3
1. Hydrological and hydrochemical studies of the river Danube (DHMO, UKRNDIEP)	5
2.. Assessment of the ecological state of the Danube by hydrobiological, hydrochemical and microbiological indicators (UKRNDIEP, IHB)	8
3. Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part) (IMB NAS of Ukraine)	15
4. Results of ichthyological monitoring (OdCPivdenNIRO)	18
5. Terrestrial and coastal monitoring of ecosystems on the territory of Danube Biosphere Reserve (DBR)	21
6. Analysis of the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea based on the materials of space surveys	25
7. Monitoring of the marine hydro dump of the soil in the conditions of operation of the Danube river - Black Sea DWNF (Black sea NDI project)	30
Conclusions	32



## INTRODUCTION

Monitoring works in 2020 were carried out in accordance with the Terms of Reference for the performance of works under contract No. 1260/1.1/139-B-FDL-20 dated 02.06.2020 and "Programs of integrated ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2020-2021. Area of the Sea approach channel", further Program.

According to the results of open tenders for the execution of works by the main contractor (UKRNDIEP of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine) the following organizations are involved: Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO), Odesa Center of the Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (OdCPivdenNIRO), State Enterprise "CHORNOMORNDIPROJECT", the Danube Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), the State Institution "Institute of Marine Biology" (IMB) of the National Academy of Sciences of Ukraine, the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU).

According to the monitoring program, the Danube hydrometeorological observatory conducted systematic monthly hydrological and hydrochemical studies of water condition indicators in the Ukrainian part of the river Danube. UKRNDIEP carried out seasonal expeditionary hydroecological studies on the DWNF route (hydrochemical, hydrobiological, microbiological). Generalized information on the composition and structure of biotic communities in the estuarine areas of the Danube Delta in the autumn of 2020, according to hydrobiological studies (IHB).

Expedition surveys on the Danube coast as part of control observations during hydraulic works were carried out in August 2020 (IMB). The collection and generalization of hydrological and hydrochemical data in the bar part and the adjacent water area at 12 stations was carried out. A complex of hydrological, hydrochemical and hydrobiological works was performed at each station; meteorological observations.

Within the framework of complex ecological monitoring, observations were made of the state of plant communities of the shoreline and floodplains, macrozoobenthos of freshwater and brackish-water corners and bays on the territory of the DBR, herpetofauna and ichthyofauna, as well as ornithological and therological surveys in the area of DWNF and on the Yermakiv island.

Databases of space images were replenished, studies of ecological processes in the Danube delta and in the coastal part of the sea were carried out using remote monitoring tools. The analysis of space photographs allows to evaluate the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea in a seasonal and multi-year aspect.

In accordance with the Program, works on ichthyological monitoring were carried out. The analysis of statistical data on the fishing of passing and floating fish in the river was carried out. Danube and Avandelta, the collection and processing of materials characterizing the state of their populations was carried out. On the basis of these data, calculations of possible damages that may be caused to the aquatic environment and fish resources during the planned hydrotechnical works in 2021 were carried out (OdCPivdNIRO, "CHORNOMORNDIPROJECT").

An assessment of the impact of dredging works on the aquatic environment and ichthyofauna in 2020 was carried out; quarterly calculations of compensation payments were made (CHORNOMORNDIPROJECT, OdCPivdNIRO).

An analysis of the actual volumes of soil storage, removed during operational dredging works for the restoration of the DWNF Danube river-Black Sea, an assessment of the residual soil capacity of the hydraulic dump was carried out; study of the possibility of its further use during dredging operations on the sea part of the DWNF Danube river-Black Sea (CHORNOMORNDIPROJECT).

Monitoring works are aimed at tracking the effects (direct and indirect) of operational dredging in the area of the SAC on the ecological state of the sea, as well as other natural and anthropogenic factors that shape the situation in the studied region (hydrological regime, volumes of water and sediment runoff, the hydrochemical regime of the Danube flow, the dynamics of the sea edge of the delta, the state of the forage base of fish, etc.). The issue of the condition of the protected areas adjacent to the work area, biodiversity, rare flora and fauna, as well as obtaining the necessary information on transboundary impacts in accordance with the requirements of the Espoo Convention, also require control.

The annotated report contains concise information on the actual implementation of the work program and the main results of research in the areas of monitoring.

## 1. Hydrological and hydrochemical studies of the river Danube (DHMO, UKRNDIEP).

In 2020, in accordance with the Integrated Environmental Monitoring Program and the Terms of Reference under the subcontract agreement with UKRNDIEP, the Danube Hydrometeobservatory carried out regular hydrological and hydrochemical studies under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway (DWNF) Danube river-Black Sea.

The hydrological monitoring program for 2020 included daily observations of the water level and temperature. These observations were carried out at eleven stationary posts, at five of which, in addition, observations of the flow of suspended sediments were carried out. In order to study the spatio-temporal variability of water flow and sediments in different phases of the hydrological regime, expeditionary work was carried out to measure water flows and suspended sediments at 22 hydraulic reservoirs of the Danube Delta. Hydrochemical observations in accordance with the requirements of the Terms of Reference were carried out along the entire length of the Ukrainian section of the river. Danube - from Prut river to the mouth of Bystre. Expeditionary work, which included hydrometeorological observations and water sampling, was carried out monthly at 17 stations followed by laboratory determination of 34 physical and chemical indicators of Danube water.

The methods of conducting hydrological and hydrochemical monitoring did not change during the reporting period.

In 2020 UKRNDIEP conducted expeditionary research on the DWNF track, determined the content of heavy metals in water and bottom sediments.

The program of hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2020 was fully implemented.

2020 was abnormally warm and dry. The average air temperature for the year was 13.4 °C, which exceeds the long-term average by 2.4 °C and is the highest average annual air temperature for the entire observation period from 1945 to 2020. The amount of precipitation for the year amounted to 357.8 mm, that is, 77.8% of the long-term norm. The greatest precipitation deficit was observed from January to April inclusive.

The year 2020 was characterized by extremely low water levels and was the driest in the last 30 years. Average annual water level on Reni station was 74 cm below normal. The volume of water flow at the Danube section line (mile 54) was 156 cubic meters. km, which corresponds to an average annual consumption of 4,940 cubic meters. m/s. The modular coefficient of the annual flow is equal to 0.76. The main reason for the extremely low water level in the Danube estuary region in 2020 was in anomalous seasonal distribution of water flow, namely, the almost complete absence of spring irrigation.

In 2020, 75.7 cu. km of water (48.5% of the water flow of the Danube) with an average annual consumption of 2,390 cubic meters. m/s. 29.8 cubic km of water or 19.1% of the total inflow to the top of the delta was transported to the sea along DWNF route through the Bystre arm.

In total, in 2020, 8.97 million tons of suspended sediments from the Danube entered the Black Sea, of which 3.90 million tons, or 43.5% of the total amount, passed through the arms of the sea Kiliya Delta of the Danube. 1.74 million tons, or 19.4% of the Danube sediment flow, passed through the Bystre arm.

Aproximate calculation of sediment flow characteristics at the mouth of the Bystre arm gave the following results. In 2020, the sum of suspended and mobile sediments amounted to 1.91 million tons, the volume of which is 1.42 million m<sup>3</sup>.

The analysis of long-term materials of measurements of water consumption and suspended sediments shows that at the top of the Danube delta, there is currently a tendency to decrease the water capacity of arms of the Kiliya system, which is connected with the cross-border influence of hydrotechnical works in the Romanian part of the delta to straighten the Georgiev arm. At the same time, the share of water runoff and sediments of the Bystre arm has remained relatively stable in recent years.

The problem of drifting of the sea approach channel requires additional theoretical and expeditionary research under a special program.

Laboratory analysis of water samples was carried out in a laboratory that was audited for compliance of the measurement system with the requirements of DSTU ISO 10012:2005. The obtained results are reliable and can be used to maintain a database of hydrochemical and hydrophysical indicators.

Hydrochemical regime of the river Danube depends mainly on changes in hydrological factors: water content, water temperature and amount of suspended solids. Significant flow velocities and flow turbulence contribute to the uniformity of chemical indicators and their relatively limited amplitude.

The water temperature during the expedition work gradually increased from January to August. In the following months, water cooling was observed.

In comparison with long-term values, there is a tendency to decrease the amount of suspended solids in the last decade.

The concentration of carbon dioxide and oxygen increased in the Danube water during the relatively cold period. As the water temperature increased, the content of dissolved gases decreased. Compared to the average long-term values, the concentration of dissolved gases in the Danube water decreased.

A decrease in the concentrations of organic substances, phosphorus compounds and silicon in comparison with long-term values was typical for the reporting period. BOC-5 values serve as indirect evidence of moderate pollution of the Danube water.

Transparency, pH, and nitrogen compounds were at almost the same level compared to the long-term concentrations in the water of the Danube River. In the reporting period, the number of selected samples, in which exceeding the MPC for nitrite nitrogen was noted, decreased.

Danube water has a constant composition of main ions, of which hydrocarbons, calcium and sulfates predominate in Danube water. Changes in the concentrations of the main ions are within the long-term averages. In May in the water of Bystre arm noted an increase of concentrations of the main ions, which is a consequence of the influence of sea waters. The May increase in concentrations caused some excess of the concentrations of the main ions above their average long-term values.

The average concentrations of synthetic surfactants, oil products, phenol and hexavalent chromium remained at the level of multi-year concentrations. Exceeding the MPC was noted in individual samples of petroleum products, v 66% of selected samples for further determination of phenol, almost 100% - hexavalent chromium.

In total, more than 554,000 tons of biogenic substances entered the Black Sea with the water runoff of the Danube during the reporting period. At the same time, almost 94% is accounted for by compounds of silicon and nitrate nitrogen.

Water pollution of the river Danube metals have the following characteristics:

- the gross content of iron, manganese, zinc, nickel and copper is lower compared to the data of 2005, but compared to the previous year, an increase in the content of zinc and a decrease in the content of other investigated metals are noted;

- according to the data of expedition research in 2020, the greatest pollution by metals was observed mainly in November;

- the gross content of iron in water, as in previous years, exceeded the value as  $MPC_{d,s}$  as well as the  $MPC_{lt,c}$  throughout the year at all observation points; iron has the largest excesses among the studied metals;

- for the gross content of manganese, exceeding the MPC was also observed $_{d,g}$ , there were also occasional cases of exceeding the  $MPC_{lt,c}$  by gross content (up to 1.6  $MPC_{lt,c}$ );

- the gross content of zinc in most samples was minimal and did not exceed the MPC, but episodic excesses up to 3.8  $MPC_{d,g}$  by gross content were observed;

- the gross nickel content in the vast majority of samples did not exceed the MPC;

- the gross content of copper during the year changed at individual points of observation, the gross content – from 0.001 mg/dm<sup>3</sup> up to 0.091 mg/dm<sup>3</sup>, exceeding the  $MPC_{lt,c}$  was not observed.

A high content of metals in bottom sediments is observed throughout the Ukrainian part of the river. However, in 2020, a decrease in the mass fraction of the studied metals in bottom sediments was noted compared to the previous year.

A comparison of the monitoring results with the recommended international standards of TNMN and JDS for the content of metals shows that in 2020 the standards were exceeded for the content of nickel and copper in bottom sediments and for the gross content of copper in water. The revealed facts of violations of regulations were of a one-time nature and did not exceed 1.5 MPC in bottom sediments. Averaged over the river section, the results of observations, both for individual seasons and as a whole for the year, do not exceed the above standards for the content of metals in water.

## 2. Assessment of the ecological state of the Danube by hydrobiological, hydrochemical and microbiological indicators (UKRNDIEP, IHB)

Studies of the state of hydrobiological communities of the Ukrainian part of the Danube Delta of the UKRNDIEP were carried out along the route of the navigation fairway Danube river - Black Sea in June, July and October 2020 in accordance with standard hydrobiological methods (table. 2.1). A total of 240 samples of water and bottom sediments were taken for biological and chemical analysis during the period of expeditionary research.

**Table 2.1.** UKRNDIEP sampling points (June, July-August, October 2020)

No. point	Code, name of the selection point	Distance from the mouth	Binding	Date	Types of samples
1	R01, 2 km above Reni	71 miles	left bank	13.06.20 29.07.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
2	R06, 1 km below city Izmail	89 km	left bank	13.6.20 29.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
3	R07, above Kiliya	49	left bank	13.6.20 29.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
4	R09, below Kiliya	32 km	left bank	13.6.20 29.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
5	R10, 1 km above city Vylkove	21 km	left bank	15.6.20 30.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
6	R11, Ochakiv arm	17 km	left bank, middle	11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
7	R14, Ochakiv arm	6 km	left bank, middle	11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
8	R12, Starostambulskyi arm	11 km	left bank, middle	11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
9	R15, Starostambulskyi arm	4 km	left bank, middle	11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
10	R13/9, Bystre arm	9 km	left bank, middle	11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
11	R13/1, Bystre arm	1 km	left bank, middle	11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological
12	R13/0, Bystre arm	0 km		11.6.20 28.7.20 20.10.20	hydrochemical, hydrobiological

*Results of hydrobiological research (UKRNDIEP)*

Quantitative and qualitative composition of phytoplankton of the investigated bodies of the Ukrainian part of the river Danube generally corresponded to the sampling seasons and the type of reservoirs, and was also similar to similar seasons in recent years.

During the analysis of 36 algal samples, selected in 12 reaches of the river Danube during expedition trips in June, July and October 2020, 176 specific and intraspecific taxa from 8 divisions of freshwater phytoplankton were discovered. The maximum diversity of planktonic algae was observed among rheophilic diatoms characteristic of river phytoplankton (Bacillariophyta) in June (about 48% of the total number of species) and October (67.4% of the total number of species), and in July the number of detected species among green (Chlorophyta) prevailed over diatoms by 3 species and accounted for 36.5% of the total number of species. Representatives of the Zeleni (Green) department took second place in June, accounting for about half of the number of diatom species detected, and in October, when their diversity was 6 times less. In other departments of phytoplankton species diversity was much lower, especially in October.

Quantitative development of phytoplankton in the studied areas was generally quite noticeable. In general, significant fluctuations in the number of phytoplankton were observed (22.35 - 63.06 million cells/dm<sup>3</sup> in June, 22.45 - 77.47 million kl/dm<sup>3</sup> in July-August, 13.9 - 83.19 million kl/dm<sup>3</sup> in October), caused mainly by blue-greens, and more uniform and relatively low indicators of its biomass (1.73-5.89 mg/dm<sup>3</sup> in June, 1.25-3.84 mg/dm<sup>3</sup> in July-August, 1.174-2.0 mg/dm<sup>3</sup> in October). In the dynamics of the total biomass from June to October 2020, a decrease in the role of diatoms and an increase in the value of blue-green, yellow-green, and golden ones were observed:

- *in June* - diatoms prevailed in 10 out of 12 studied creatures, blue-green in 1 (Bystre arm 9 km), yellow-green - in 1 (Bistryi arm 0 km);
- *in July* - diatoms took the first place in 8 creations, blue-green - in 1 (above Kiliya), yellow-green - in 3 (Ochakiv arm 17 km, Starostambulskiyi arm 11 km and 4 km);
- *in October* - diatoms prevailed in terms of biomass in 5 plots, blue-green - also in 5 plots, yellow-green - in 1 (Bystre arm 0 km), golden - in 1 (above Reni).

In general, in 2020, an important role of diatoms and blue-green algae was noted both in the dynamics of quantitative indicators of phytoplankton and in the leading complex of species, which indicates the continuation of the trends of previous years.

Most of the indicator species of water quality belonged to the  $\beta$ -mesosaprobe zone ("moderately polluted waters").

A comparison of the determination of classes and categories of water quality of the studied bodies by the values of the saprobity index and by the biomass of phytoplankton in accordance with the Methodology for ecological assessment of the quality of surface waters, as in previous years, confirmed the importance of taking into account both criteria of water quality, especially in warm seasons, when there is an increase in the development of plankton algae:

- *in October* both according to the values of the saprobity index and the biomass of phytoplankton, the water quality of all bodies belonged to the  $\beta^1$ -mesosaprobic zone and corresponded to the II class of surface water quality, category 3 (values of the saprobity index 1.6-2.0, biomass 1.1-2.0 mg/dm<sup>3</sup>): "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution, mesoeutrophic type of trophicity, approaching a cleaner border;

- *in July-August* according to the saprobity index, class II, category 3 was also

determined in all sites, but in terms of biomass, correspondence was noted only for 4 sites (above and below Kiliya, Starostambulskyi arm 4 km, Bystre arm 9 km), and the other 8 belonged to the neighbouring, more polluted, category 4 III class (biomass 2.1-5.0 mg/dm<sup>3</sup>): "satisfactory" according to the state of water quality, "slightly polluted" according to the degree of purity/pollution,  $\beta$ -mesosaprobe zone, eutrophic type of trophicity;

- *in June* the difference between the categories of water quality determined by the saprobity index and phytoplankton biomass was even more significant: according to the saprobity index, 11 creations belonged to the II class of the 3rd category, and one (Bystre arm 0 km, saprobity index 1.53) - up to II class 2 category: "very good" according to the state of water quality, "clean" according to the degree of purity/pollution (saprobic index value 1.0-1.5),  $\alpha$ -oligosaprobic zone, mesotrophic. According to the phytoplankton biomass of class II, category 3, the water quality in 4 bodies corresponded (among which 3 coincided with those determined by the saprobity index), deterioration was noted in others: in 7 creations - up to 4 categories of III class, and in creation of Bystre arm 9 km - up to 5th category III class (biomass 5.1-10.0 mg/dm<sup>3</sup>): "mediocre" in terms of water quality, "moderately polluted" in terms of purity/pollution,  $\alpha'$ -mesosaprobe zone, eu-polytrophic, although biomass (5.89 mg/dm<sup>3</sup>) approached the lower - cleaner - border of this zone.

Zooplankton of the studied areas of the Ukrainian part of the delta of the river Danube was characterized as quite poor in terms of species composition and indicators of quantitative development. During three expedition trips, the total species diversity was at the level of 11 to 13 taxa, and the number of species in the creations ranged from a complete absence to 8 species.

Both the number and the biomass of zooplankton during the research were formed mainly due to copepodites. The analysis of the received data on the quantitative development in the studied points indicates unevenness: the number varied between 90 - 1800 copies/m<sup>3</sup>, and biomass - from 0.06 mg/m<sup>3</sup> (in clause R 13/0) up to 74.324 mg/m<sup>3</sup> (R11) in June, from 0.12 mg/m<sup>3</sup> (R13/0) up to 78.428 mg/m<sup>3</sup> (R11) in July, from 0.064 mg/m<sup>3</sup> (R09) up to 15.32 mg/m<sup>3</sup> (R07) in October.

Indicator species of zooplankton belonged mainly to the  $\beta$ -saprobic zone. According to the saprobity index, which was at the level of 1.5-18, the water quality in the period from June to October 2020 improved, but remained mainly within  $\beta$ -mesosaprobnoy zone, II class 3 categories of water quality: good in condition, "quite clean" in degree of cleanliness/contamination.

According to the results of the ecological and toxicological assessment of the condition of the surface waters of the studied area of the river Danube in 2020, about half of the investigated samples in *June* (4 samples out of 9 selected) and *October* (7 out of 15) according to the toxicological index did not meet the established standard [KND 211.1.4.056-97. Methodology for determining the chronic toxicity of water on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.] and belonged to the II quality class - "slightly polluted", the others corresponded to the I class - "clean water" according to the degree of pollution. Also, in October, 1 sample (Lesky, discharge 20, channel) corresponded to the 3rd quality class - "moderately polluted". In *July* noted relatively better water quality - among 12 water samples, 4 (river Danube below Izmail, above Vylkove, above Kiliya and below Kiliya) showed chronic toxicity and belonged to the II quality class - "slightly polluted", the other 8 samples (river Danube above Reni, Ochakiv arm, Bystre arm and Starostambulskyi arm) according to the degree of pollution belonged to the 1st quality class - "clean water".

The results of the analysis of zoobenthos samples indicate fluctuations in diversity



and quantitative indicators. This may indicate the heterogeneity of habitats and the instability of the conditions for the existence of benthic organisms, which is due, first of all, to natural factors (soil structure, current speed, etc.), and not to anthropogenic influence - dredging. The species composition of the macrozoobenthos in June 2020 included 8 large taxa of benthic invertebrates, in July - 7, in October - 6.

The number of benthic organisms varied from 30 ex/m<sup>2</sup> (R10, R15) up to 400 copies/m<sup>2</sup> (R06) in June, from 17 copies/m<sup>2</sup> (R15) up to 119 copies/m<sup>2</sup> (R09) in July, from 25 copies/m<sup>2</sup> (R01, R12) up to 375 copies/m<sup>2</sup> (R14) in October, and biomass - from 0.04 mg/m<sup>2</sup> (R15) up to 13.48 mg/m<sup>2</sup> (R14) in June, from 0.02 mg/m<sup>2</sup> (R15) up to 232.25 mg/m<sup>2</sup> (R12) in July, from 0.02 mg/m<sup>2</sup> (R01) up to 63.12 mg/m<sup>2</sup> (R15) in October. This is primarily due, in our opinion, to changes in the natural characteristics of macrozoobenthos biotopes - flow speed, flow rate and water temperature in the Danube, and not to the impact of dredging operations.

According to the results of the research, it can be noted that according to the classification proposed by the International Commission for the Protection of the Danube, all the selected samples corresponded to the 1st quality class by the content of chlorophyll "a" of phytoplankton.

According to the content of chlorophyll "a" of phytoplankton, according to the classification proposed by UKRNDIEP waters of the Ukrainian part of the Danube Delta could be attributed on average to mesotrophic with the transition to oligotrophic. According to the classification of IHB - to oligotrophic with a transition to oligo-mesotrophic. According to the classification according to the TSI index - to oligo-mesotrophic with a transition to mesotrophic. The values of chlorophyll "a" concentrations of the bottom sediments (which were represented mainly by sandy silts) on average corresponded to the border of mesotrophic and eutrophic waters. Thus, it can be assumed that in terms of pigment indicators, the investigated waters in this period were generally close to mesotrophic.

In 2020, the general trends of decreasing concentrations of phytoplankton photosynthetic pigments and increasing the content of these pigments in bottom sediments as you approach the sea edge of the delta, which may indicate the predominance of sedimentation processes over phytoplankton development processes, noted based on the results of long-term observations.

In 2020, a high proportion of pheopigments was noted in the pigment complex of both bottom sediments and phytoplankton, which may indicate a rather intensive breakdown of microalgae biomass.

Based on the conducted research and calculations, it was established that according to the average levels of indicators in 2020, according to the ecological assessment, the waters of the Ukrainian part of the Danube Delta can be assigned to category 2 with a transition to 3 (clean with a transition to sufficiently clean), while at the same time, according to the average of the worst levels - up to 4 categories (slightly polluted). The worst water quality is marked by the tropho-saprobiological state block. According to the TNMN criteria, the waters of the Ukrainian part of the Danube Delta belonged to the 1st quality class with the transition to 2nd.

The economic and household MPC exceeded the average indicator of the COC. The average concentration of phenols was at the MPC level. A number of trends in the spatial distribution of individual and complex indicators of water quality in the studied water area were observed, in particular, a decrease in the content of suspended solids, as well as indices of the general ecological assessment as you approach the sea edge of the delta.

*Results of hydrobiological research (IHB)*

In the materials of the IHB of the National Academy of Sciences, information is summarized on the composition and structure of biotic communities of the estuarine sections of the Danube Delta arms in the autumn period of 2020 according to hydrobiological studies.

A total of 98 species of algae were registered as part of algal communities, including 78 species in phytoplankton, and 63 species in microphytobenthos. The greatest species richness was noted among diatoms (Bacillariophyta). The mouth of the Bystre arm was characterized by the maximum species richness of phytoplankton (39 species) and microphytobenthos (30 species), a significant richness of Euglenophyta phytoplankton (5 species, as opposed to 1–2 in other areas) and the absence of Chlorophyta among the studied areas. Indicators of quantitative development and the structure of algal groups at the mouth of the Bystre arm corresponded to other investigated areas. The saprobiological assessment showed that all estuarine water areas correspond to the  $\beta$ -mesosaprobic zone, both in terms of the structure of phytoplankton and phytobenthos.

In the autumn period, the development of vegetation in the estuarine areas of the branches was in the last stages of vegetation, which corresponded to the research season. In total, 10 species of aquatic macrophytes were registered, the minimum species richness is typical for the Bystre and Tsyganka arms (5 species each), and the maximum - for the Starostambulskyi arm (8 species). The largest number of plant species belonged to hydrophytes, and the largest projective cover was characteristic of helophytes.

Benthic invertebrates in the autumn period were represented by 88 species, insects (in particular, Shironomidae larvae) were the most abundant. The mouth of the Bystre arm was characterized by the maximum species richness – 67 species, of which 22 were found only within this section. The total number and biomass of benthic invertebrates in the mouth of the Bystre arm compared to other arms was characterized by average values and corresponded to eutrophic waters. In terms of numbers, Oligochaeta predominated in all studied areas (*Limnodrilus sp.*), and by biomass in the mouths of the Bystre and Starostambulskyi arms – Bivalvia (*S. woodiana*), in the Vostochnyi (Eastern) arm – Gastropoda (*E. esperi*), and in the Tsyganka arm - Mysida (*P. bakuensis*).

Bioindication of saprobity and water quality showed that, according to the Zelynka-Marvan (Z&M) index, the water area of the mouths of the Bystre, Vostochnyi and Starostambulskyi arms belonged to of the  $\beta$ -mesosaprobe zone, and the mouth of the Tsyganka arm – to the  $\alpha$ -mesosaprobe zone; according to TVI, all areas corresponded to oligosaprobic waters. According to VVI indices and BMWP, the lowest pollution was registered at the mouth of the Bystre arm (I-II class of water quality, clean and fairly clean waters). The mouth of the Starostambulskyi arm belonged to the II-III class of water quality (quite clean - moderately polluted waters), the mouths of the Vostochnyi and Tsyganka arms corresponded to the III class of water quality (moderately polluted waters). The SBCI index showed that all investigated water areas are characterized by low biological pollution.

During autumn studies of the estuarine areas of the four branches of the delta, 12 species of fish belonging to 6 families were found in coastal shallow water. The mouth of the Bystre arm was characterized by the richest species composition (10 species). In terms of numbers, silver crucian carp predominated in the mouth of the Bystre arm, and in other mouths - various species of goby fish.

In the autumn period, 9 resident species were registered, the largest number – at the mouth of the Bystre arm (8). Among the detected species, 1 belonged to phytoplankton, 1 to

microphytobenthos, 2 to ichthyofauna, and 5 to benthic invertebrates. Such resident species as crucian carp *Carassius gibelio*, bivalve molluscs *Corbicula fluminea* and *Sinanodonta woodiana* were characterized by significant indicators of quantitative development in the places of detection.

The increased species richness of almost all biotic complexes of the mouth of the Bystre arm relative to other studied estuarine areas may be associated with anthropogenic transformation: the construction of a protective dam led to the reduction of water areas unprotected from wave influence and changes in salinity and the formation of a protected shallow lagoon, which contributes to an increase in the species richness of hydrobiont communities. Also, the largest number of resident species was registered at the mouth of the Bystre arm, some of which (bivalves) formed stable groups characterized by significant indicators of quantitative development.

#### *Results of microbiological research (UKRNDIEP)*

During expedition research, water samples were taken for microbiological studies in order to determine the sanitary and bacteriological state of the Danube delta water area based on indicators of fecal pollution (bacteria of the *Escherichia coli* group, coliphages and pathogens) and the dynamics of its self-cleansing by microflora (autochthonous and non-autochthonous).

Microbiological studies of the state of the water of the Danube delta arms were carried out according to saprophytic (autochthonous and allochthonous) microflora and indicators of fecal pollution - bacteria of the *Escherichia coli* group, coliphages and pathogens.

It was established that the total microbial number of saprophytic bacteria as a whole corresponded to the quantitative characteristics for each seasonal period.

Slow processes of self-cleaning were observed in all studied areas in July; the lowest self-purification coefficient was noted for the water area of the Kiliyskiy arm near the city of Izmail, below Kiliya and Vylkove

In October, the ratio of autochthons to allochthons increased in almost all the studied areas, which indicates the positive dynamics of restoration of the water ecosystem according to microbiological indicators. The exception is the area above Vylkove. Probably, there is a constant source of biological and anthropogenic pollution discharges in this area.

It was established that in the samples that were taken from the Kiliyskiy arm in the areas above Vylkove, below Kiliya and Bystre (9th km) *Salmonella* bacteria were constantly identified. Its presence in the water was also observed in July near Izmail and above Reni.

It is possible to conclude that various areas of the delta of the river are quite polluted. The Danube according to microbiological indicator indicators - LCP and coliphages, which indicates fecal and anthropogenic load on them. The identification of pathogenic enterobacteria of the *Salmonella* family in the samples of all water bodies that were studied is also alarming.

Pollution of the water area of the Danube in the sections of the branches of Kiliyskiy and above Reni by microbiological indicators increased significantly in July 2020. In October, the number of bacteria and viruses, including indicator ones, decreased, but did not reach normative indicators.

The most polluted areas of the water areas of the Kiliyskiy arm near Izmail, above Vylkove, Bystre (9th km). According to the assessment indicator of LPEC (lactose-positive *Escherichia coli*), the degree of pollution of the water area of the Ochakiv and Kiliyskiy

arms can be attributed to "moderate" and "high".

The area of the delta located above Reni can be classified as the cleanest. A fairly large amount of autochthonous microflora was observed in this area; the coli index of the LPEC, the absence of coliphages and salmonella in June corresponded to the norm. Although the microbiological situation worsened somewhat in July, this water area can be classified as "acceptable" in terms of the degree of pollution.

Regular monitoring of saprophytic microflora and sanitary and bacteriological indicators of water is important for reliable assessment of self-purification processes of water bodies.

*Ecological assessment of the water quality of the Ukrainian part of the Danube.*

The studies and calculations conducted by UKRNDIEP established that according to the average levels of indicators in 2020, the waters of the Ukrainian part of the Danube Delta could be classified as category 2 (clean) with a transition to category 3 (sufficiently clean); on average, from the worst levels - up to category 4 (slightly polluted). The worst water quality was observed in the block of indicators of the tropho-saprobological state.

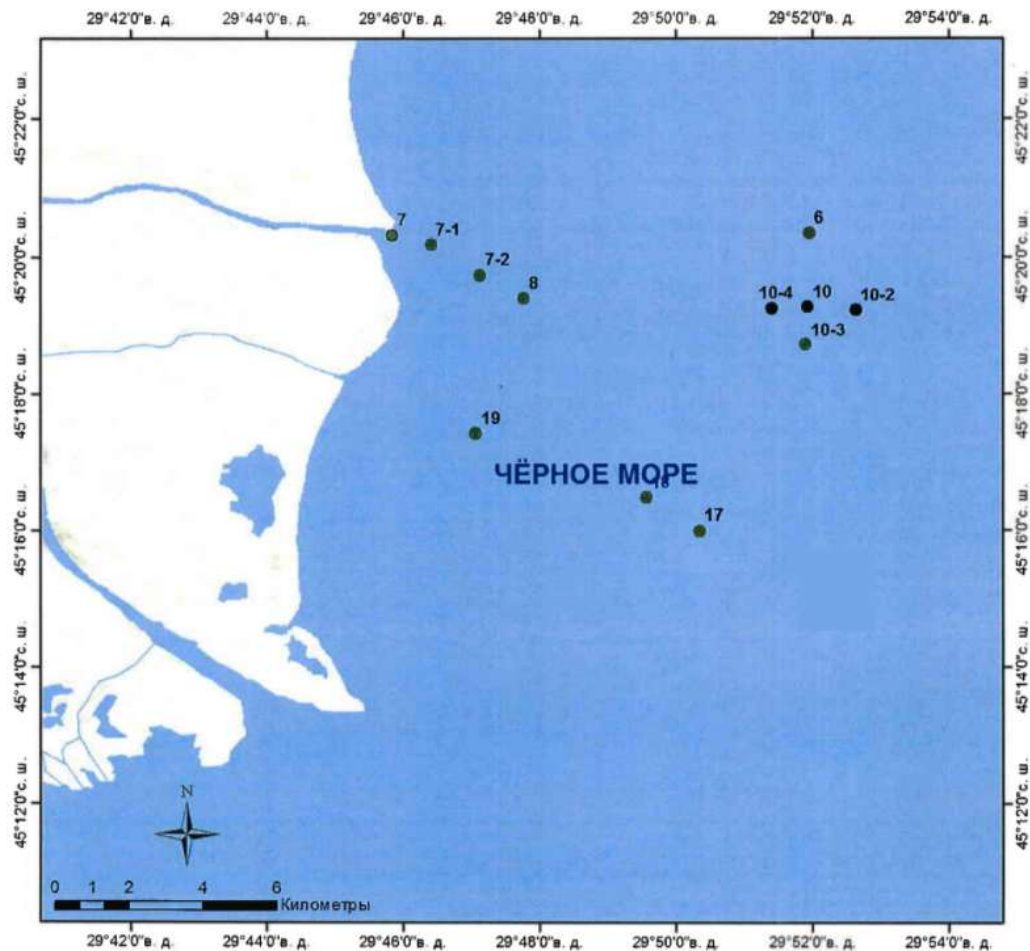
According to the TNMN criteria, the waters of the Ukrainian part of the Danube Delta belonged to the 1st quality class with a transition to the 2nd.

The economic and household MPC exceeded the average indicator of the COC. The average concentration of phenols was at the MPC level.

A number of trends in the spatial distribution of individual and complex indicators of water quality in the studied water area were observed, in particular, a decrease in the content of suspended solids, as well as indices of the general ecological assessment as you approach the sea edge of the delta.

### 3. Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part) (IMB NAS of Ukraine)

In August 2020, expeditionary work was carried out on the topic "Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part)" on the coast of the Kiliya delta of the river Danube. The work was carried out according to a scheme that included 12 stations (Fig. 3.1).



**Figure 3.1.** Scheme of sampling stations in 2020.

At each station, a set of hydrological, hydrochemical and hydrobiological works was performed using standard methods. At all stations, zoobenthos and soil samples were taken with a dredger for hydrochemical and granulometric analyses, as well as bathometric water samples for hydrochemical analyses, determination of salinity, and observations of phytoplankton. The temperature in the surface and bottom layers of water was measured directly on board.

Meteorological observations were carried out at all stations: air temperature, wind direction and speed were measured, water transparency was determined (if the wave allowed) and wave parameters were observed. Exiting the station and determining the location was carried out using the GPS-12 "Garmin" device. Overboard work was carried out using two manual winches (hydrological and hydrobiological) of the Neva type, installed in the stern of the vessel. Wind speed was measured by induction anemometer ARI-49. the direction was determined by the ship's compass. the depth was determined using the ship's sonar. At marine stations, water transparency was measured using a Secchi

disc.

*Results of control observations.*

During the expedition on the coast of the Kiliya Delta, In the Danube in the summer of 2020, soil samples were taken for granulometric analysis and its contamination, water for the content of pollutants, as well as samples of phytoplankton, zooplankton, meiobenthos and macrozoobenthos for calculating the feed base of fish; on August 12, 2020, samples of phytoperiphyton were taken in the area of the port of Ust-Dunaisk and in the area of the Bystre mouth to assess the quality of seawater according to European principles.

In the 11 months of 2020, according to the Danube Hydrometeorological Observatory, the flow of the Danube amounted to  $130 \text{ km}^3$ , which is  $59 \text{ km}^3$  below normal and below  $38 \text{ km}^3$  than in the same period of 2019. In terms of annual flow volume, 2020 is the closest to 2017. ( $149 \text{ km}^3$ ). In August 2020, no significant amplitude of fluctuations in surface water temperature was observed. On st. 18 and 19, vertical gradients of water salinity were observed ( $10.551\text{--}17.620\text{‰}$  and  $6.484\text{--}17.411\text{‰}$ , respectively). At the stations in the "Bystre" mouth, the surface layer of water was fresh, and a halocline was observed in the bottom layer.

In the period 2004–2020, years with low water content. The Danube is characterized by a complete or partial absence of irrigation, a well-defined demarcation that lasts 5–6 months. The years of average water level are characterized by waterspouts with one or two peaks, which can be traced in the winter-spring period, the flow volumes gradually decrease in the summer and autumn months. In years of high water, summer and autumn floods are observed in addition to clearly expressed waterlogging, the intervening period is observed only for 1–2 months.

In the summer of 2020, on the coast of the Danube, among heavy metals, zinc was present in the highest concentration in bottom sediments with a maximum concentration of  $177 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , which corresponded to the II quality class. Compared to previous studies, an increase in the concentration of oil products on the coast of the Bystre arm was established with a maximum of  $385 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . In general, the quality of the bottom sediments of the research area by the level of pollution petroleum hydrocarbons corresponded to a good quality class - A.

In the summer of 2020, in the estuarine region of Danube river, the average biomass of forage phytoplankton in the dredging and dumping areas was, respectively, 2.5 and 1.5 times higher, compared to the background area.

On the coast of the Danube in the period 2004–2020, the average biomass of phytoplankton in low-water years was  $2698.6\pm 882.2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , in mean water –  $521.1\pm 144.9 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , in polyhydric acid -  $1257.3\pm 441.3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

In the summer of 2020, the highest average values of the biomass of feed zooplankton were recorded at the background stations ( $1151.96\pm 73.19 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), the lowest in the dredging area ( $175.81\pm 128.82 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). In the dumping area, the average biomass of feed zooplankton was equal to  $670.41\pm 145.87 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

In 2020, based on the value of the IPF indicator of phytoperiphyton for the Avandelta of Danube river, the recorded category of the environmental status of the class is "High". In the last ten years, the environmental status of the class has remained at the level of high categories - "Good" and "High".

In the period 2004–2020, 46 species of algae were found on the buoys of the Bystre mouth as part of phytoperiphyton groups, of which 34 species were found in low-water

years, 27 species in medium-water years, and only 18 species in high-water years. This shows that the floristic structure of plant communities is simplified in years of high water.

It was established that during the transition from low-water to high-water years in the Avandelta of Danube river there is almost a 2-fold increase in the intensity of phytoperiphyton functioning, from approximately 40 to 70 (units) IPF.

In the summer of 2020, the highest number of meiobenthos was noted at background stations ( $108253 \pm 68827 \text{ spec} \cdot \text{m}^{-2}$ ), total biomass - in the dumping area ( $222.06 \pm 107.45 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ), the biomass of the feed component - in the area of dredging ( $125.52 \pm 8.48 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). The meiobenthos was dominated by foraminifera, which may indirectly indicate the accumulation of organic matter in the bottom sediments of the studied areas.

In the summer of 2020, the lowest population indicators ( $96 \pm 47 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ ), biomass of total macrozoobenthos and feed component ( $0.505 \pm 0.335 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) registered in the dredging area, the maximum indicators of abundance, total biomass and biomass of the forage (for fish) component are typical for the background stations ( $1501 \pm 404 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ ,  $137.698 \pm 52.620 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  and  $71.890 \pm 17.342 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  in accordance).

In the period 2004–2020, 100 taxa were registered as part of the macrozoobenthos on the Danube coast, of which 84 taxa were recorded in low-water years, 80 in medium-water years, and 58 taxa in high-water years, i.e., in high-water years, the diversity of macrozoobenthos groups decreases.

In the estuarine sea of the river Danube, the largest number and biomass of macrozoobenthos are formed in low-water years ( $1067 \pm 51 \text{ spec} \cdot \text{m}^{-2}$  and  $35.192 \pm 2.492 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  in accordance). The lowest number is typical for high-water years ( $556 \pm 55 \text{ spec} \cdot \text{m}^{-2}$ ), the lowest biomass is for midwater years ( $15.024 \pm 1.147 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

On the Danube coast, an increase in the share of stenohaline species in the total number and biomass of macrozoobenthos was registered (to 56.5% and 34.6% in 2020, respectively), which may be related to the significant duration of the period with low annual flow.

In the summer of 2020, on the coast of the Danube, the biomass and the number of mass species of molluscs in the settlements decreased, the probable reason may be hypoxia, which causes a decrease in their growth rates and high mortality.

A statistically reliable dependence of biomass was established *M. galloprovincialis* ( $F = 4.29$ ;  $p > 0.0000$ ), and *A. kagoshimensis* ( $F = 6.84$ ;  $p > 0.0000$ ). from the volume of the annual flow of Danube river one year before sampling. The dependence of mussel biomass on the type of runoff volume was found only for medium and high-water years (the highest biomass is characteristic of medium-water years, the smallest for polyhydric). Significant differences between biomass *A. kagoshimensis* it was not detected in low-water, medium- and high-water years. It is statistically reliably established that biomass *M. arenaria* depends not only on the flow volume, but also on the presence *A. kagoshimensis* ( $F = 12.87$ ;  $p = 0.0005$ ).

In the summer of 2020, the forage base of fish in the background areas of the sea was represented by the following indicators: phytoplankton –  $0.147 \pm 0.032 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ , zooplankton –  $1.152 \pm 0.073 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ , benthos –  $72.139 \pm 17.365 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the dumping area ( $0.225 \pm 0.093 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $0.670 \pm 0.146 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $57.330 \pm 16.261 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ) and in the dredging area ( $0.373 \pm 0.036 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $0.176 \pm 0.129 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  and  $1.043 \pm 0.527 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ) respectively.

#### 4. Results of ichthyological monitoring (OdCPivdenNIRO)

In 2020, ichthyological research was carried out as part of integrated monitoring during the operation of the deep-water navigation fairway (DWNF) Danube river-Black Sea along the Bystre mouth in accordance with the terms of reference for the contract between UKRNDIEP and SE "OdC PIVDENNIRO" and "Programs...".

Research works were carried out according to the standard methods of hydrobiological and ichthyological studies adopted in the system of the State Fisheries Agency and the National Academy of Sciences of Ukraine.

The work under the Program was carried out within the framework of the joint monitoring point of the OdC PivdenNIRO and the Danube Biosphere Reserve by the own forces of the OdC PivdenNIRO and the DBR.

The collection and primary systematization of biological material was carried out according to the "Guide to the Study of Fishes" (Pravdin, 1968). Species and quantitative composition of the catch are determined. At each shooting, at least 50 specimens are selected for processing in laboratory conditions. of each species of fish for complete and incomplete biological analysis, tests for fertility, age material. Fish that have not been subjected to biological analysis are handed over to the receiving point, and analysed fish that have lost their marketable appearance are written off according to the compiled act. Individuals of the species listed in the Red Book are released alive into the reservoir after measurements. A certain number of fish (up to 25 specimens of each species) that have not reached commercial length (with the exception of sturgeon) can be selected for further laboratory research, which is drawn up in an act.

The following main parameters of populations of industrial objects were studied:

- gender, size and mass composition;
- growth rate of different age groups;
- state of gonads, fertility and efficiency of spawning;
- the dynamics of the number of populations of commercial fish species.

In the reporting period, the OdC PivdenNIRO conducted an analysis of the obtained materials on the biology of migratory and freshwater fish species, as well as the qualitative and quantitative characteristics of the ichthyocenosis of the river Danube and the Black Sea adjacent to it; assessment of the impact of hydrotechnical works on the ichthyofauna of the river Danube and its Avandelts.

*The results of the conducted work indicate the following.*

Species of 5 families were found in industrial and research catches: herring, carp, perch, sturgeon and catfish. In 2020 (as of July 1), the catch was 252.32 tons, nearly 50% less than the 2019 catch over the same time period, and roughly on par with 2014 and 2018. The most important industrial facility in Danube river is a Danube passage herring. The catch of other types of fish against its background is insignificant.

One of the most important factors that determine the size of the Danube herring spawning stock is the water content of the Danube River and its individual mouths. An increase in the water level and an increase in water flow during the herring spawning period, which coincides with the spring flood, can stimulate the arrival of an additional number of herring adults from the reserve part of the population.

Considering the biological features of herring (it spawns outside Ukraine; it winters in the sea mainly outside the Ukrainian economic zone; in the Ukrainian section of rivers, part of the spawning herd is only in the passage, while the fish do not even feed; only a



relatively small part of the herd grazes in our waters; the herring approach depends on a mass of uncontrollable objective factors and varies greatly in time and space) only the general limit for herring production in the Black Sea Basin within Ukraine in 2021 is estimated at 510 tons.

The spawning of herring larvae in 2020, just like last year, was quite early. The peak of the stingray, which is usually observed in the middle - end of May, this year was noted at the beginning of May.

The most diverse in species composition and the most numerous is the carp family, which is represented in catches by the following main species: crucian carp, bream, carp, fish, whitefish, crucian carp. Ichthyological material was collected both from research catches and from industrial catches.

*Silver crucian carp* - the second industrial facility in the city in terms of catch volumes in river Danube. In catches, it was represented by three main age groups from four to six years old, with an average weight of 121 to 397 g and a length of 16.2 cm - 26.5 cm. The spread of silver crucian carp in the Danube River and adjacent reservoirs leads to the displacement of more valuable native carp species. In this connection, crucian carp should be harvested at a more intensive pace and neither a limit nor a forecast of allowable catch should be set for this object.

In 2020, there was an insignificant bycatch *fish* in herring nets. catch *underwear* in research catches remained insignificant. Whitefish in the Danube River have a high growth rate, five-year-olds reach an average length of 41 cm, six-year-olds - 42.0 cm, seven-year-olds - 46.5 cm with an average weight of 885 g; 1150 g; 1400 g respectively. *Zander* is one of the valuable industrial species in the lower part of the river Danube. However, the share of zander in catches is small and is about 2%.

The number and catches of Black Sea mullets (single, flounder, gostronis) have been at a stable level in recent years.

The water level during the spawning period of the main industrial groups in the river was quite high, the spawning grounds were filled with water by 60-70%.

In the area of dredging operations in the Bystre mouth in the delta part directly adjacent to the sea, as a result of the action of driving winds, the water is often salted up to 3-5 ‰. The work to restore the DWNF takes place in the river bed with a strong current, and most participial fish spawn in quiet areas, backwaters and creeks. Therefore, spawning practically does not take place there.

Spawning of passing fish (herring and sturgeon) takes place no less than 600 km from the mouth of the Danube.

The development and dumping of dredged soils undoubtedly affects aquatic ecosystems. First of all, the quality of sea water changes, albeit for a short time, due to an increase in the content of suspended substances in the water, transferred from the bottom sediments to the water environment in the process of excavation and storage of the soil. Therefore, the main parameters of the state of the marine environment that change in the process of dredging and dumping are the hydrochemical regime, the living conditions of aquatic organisms, and the redistribution of bottom sediments.

The set of measures to ensure the regulatory state of the environment during the development and dumping of operational dredging soils in the water area of the approach channel of the DWNF Danube river-Black Sea Sea should include preparatory, protective, compensatory and protective measures.

In order to reduce the negative impact on fish reproduction conditions, it is advisable to:

- during the ban on fishing for flounder-turtle (May) and Azov-Black Sea mullet (end of August - beginning of September), dredging should be carried out on the sea part of the approach channel adjacent to the Bystre mouth (the most desalinated area);

- operation of the dump should be carried out in accordance with the project decisions, which are aimed at evenly filling the underwater dump according to the recommended loading areas;

- to limit the amount of dredging operations in the spawning periods, which are agreed in the justification, for each specific species that is affected, to the minimum necessary production values, which are necessary to ensure the safety of navigation.

In order to assess the extent of the impact on the conditions of reproduction and stocking of aquatic living resources, the possibility of dredging during the period of specialized spawning bans on fishing in the Black Sea and Danube river with dumping of soil on a marine underwater dump, located in the NWBS, completed "Preliminary calculation of damages caused to the components of the natural environment as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black Sea and during the storage of extracted soil for 2021".

## 5 Monitoring of terrestrial and coastal ecosystems on the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR)

The monitoring of the plant and animal communities of the shoreline and floes of the Danube Biosphere Reserve (hereinafter DBR) during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2020 was carried out in accordance with the technical task and the Program.

Observations of species protected by various international conventions and listed in the Red Book of Ukraine were included in the monitoring carried out by DBR employees.

Considerable attention was also paid to resident species, due to the fact that they spread primarily due to existing traffic flows.

Observations were made on the state of plant communities of the shoreline and floodplains, macrozoobenthos of freshwater and brackish water corners and bays on the territory of the DBR, herpetofauna and rare ichthyofauna, theriofauna, as well as ornithological surveys in the area of DWNF and on the Yermakiv island.

### *Monitoring works on the territory of the DBR in 2020 indicate the following*

The main factors of influence on *vegetation* of the reserve were climatic, hydrological and anthropogenic. The absence of a flood with the release of water on the territory of the delta islands led to an earlier formation of vegetation cover, and the formation of salt marshes and salt marshes on the coastal islands became more active.

The flora of the Danube Biosphere Reserve has 1,571 species in 2020. 29 species of the flora of DBR are in the Red Book of Ukraine, 12 species of plants are in the European Red List, 135 species are rare and disappearing among higher vascular plants. 15 groups are listed in the Green Book of Ukraine, and more than 40 plant groups of the DBR are regionally rare and require special attention.

During the spring fire, a strip of 4 to 8 kilometres with a width of 20 to 200 meters burned out along the Bystre arm. Most of the damaged trees recovered during the summer. In 2020, a plant species, *Sicyos angulatus* (*Sicyos angulatus* L.), new to the reserve, was found on damaged trees and bushes.

The main factors of influence on *macrozoobenthos* during 2020 were climatic, hydrological of natural and anthropogenic origin. The most powerful anthropogenic factor is the redistribution of water flow along all branches of the Danube. The brackish-water bays in the areas of the front edge of the delta dried up to a large extent with the subsequent mass death of hydrobionts, water bloom was observed in the arms and on their bars.

During 2020, two settlers appeared in the waters of the DBR: eastern shrimp (*Macrobrachium nipponense*) and blue fin crab (*Callinectes sapidus*). Marine emissions were dominated by the mollusk - an inhabitant of arcshell (*Scapharca inaequivalis*) and Mediterranean Lentidium (*Lentidium mediterraneum*), the number of rapana has significantly decreased.

In the Bystre arm, the quantitative and qualitative composition of macrozoobenthos was unstable and different at different stations. The number of macrozoobenthos ranged from 15 to 492 specimens/m<sup>2</sup>, biomass – from 0.8 to 18.3 g/m<sup>2</sup>. On average, for all samples, the total number of benthic animals was 355 specimens/m<sup>2</sup>, biomass 17.3 g/m<sup>2</sup>.

In the Vostochnyi arm, the number of macrozoobenthos was 760 specimens/m<sup>2</sup>, and the biomass reached 14.0 g/m<sup>2</sup>. Insects are represented by chironomid larvae, the most common species *Chironomus thummi*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus* sp. div.,

*Chironomus dorsalis*. In the water areas described above, the condition of the macrozoobenthos did not change significantly compared to previous years.

In Anankin corner, fish kills were observed, out of 5 bottom samples of macrozoobenthos, all were empty (for the first time in the 25-year history of observations in this reservoir). The absence of macrozoobenthos and a very depleted composition of phytophilic fauna with a predominance of heterotrophic species are evidence of the catastrophic state of the corner in the summer of 2020.

Flying of long-tailed mayfly *Palingenia longicauda* in 2020 took place in the first days of June, it was mostly observed above the 20th km of the Starostambulskyi arm.

A feature of 2020 was that in communication with the implementation of the quarantine related to the spread of the coronavirus, the permit centres were closed and no scientific research institute received the relevant documents to carry out fishing. This limited the collection of complete ichthyological material from small-mesh fishing gear and during control catches during the period of the state spawning ban. **Ichthyological** research in previous years in the same reporting spring period was conducted on the analysis of both research and industrial fishing. The largest amount of ichthyological material was obtained from the analysis of herring catches, the catch of which on the territory of the DBR amounted to 184 tons, which is 1.9 times less than last year's figure.

Due to the absence of flooding, the water level was on average 30-45 cm lower than last year. This negatively affected the flooding of a number of traditional spawning grounds and the possibility of phytophilic fish species spawning directly in estuarine areas.

In the freshwater bays of the front sea edge of the Kiliya Delta - the corners, the water level is always more stable, and in the 3rd decade of April - the 1st decade of May, a stormy spawning of carp - the main commercial and most valuable species of fish - was observed here. The general spawning ban period in 2020 was set from April 15 to May 29 and these dates optimally coincided with the main spawning of many species at favourable water temperatures.

Of commercial species, by-catch took place in late summer-early autumn, primarily of bream, bream, pikeperch, and one- and two-year-old crucian carp. Of the rare species of fish listed in the Red Book of Ukraine and the European Red List, the striped roach was the most common - up to 18 specimens per drowning.

The Danube is the last river on the Black Sea, where the natural spawning of sturgeons is still preserved, all species of which are listed in the Red Book of Ukraine and the European Red List, therefore, they are traditionally given great attention in research.

The work carried out in 2020 as part of the monitoring program confirmed the previous studies of the species composition **herpeto- and batrachofauna** DBR, namely the presence of 11 species of amphibians and 6 species of reptiles on the territory of the reserve.

The number of amphibians and reptiles in 2020 generally did not change and remained within the limits of previous years.

In the course of research conducted in the coastal part of the Kuban and Stambul islands in the area of mouth Bystre of the river Danube, as well as on the sand foreland Ptashyna, and Yermakiv island, no significant direct impact of the operation of the DWNF Danube river-Black Sea on the state of the population of amphibians and reptiles of the DBR fauna was found.

Species composition of **birds** of DBR changed in 2020 and totals 302 species, the list includes the black vulture (*Aegypius monachus*), griffon vulture (*Gypsum fulvus*) and black-headed bunting (*Emberiza melanocephala*). The black-headed bunting can be found in the DWNF area during migrations, but until now the species has not been included in the list of

birds of the DWNF area along the Bystre mouth, so the species composition of the birds of the specified area has not changed and is 278 species, of which 237 species are migratory, 16 are nomadic, 4 – invasive, 143 – wintering, 8 – flying, 2 – introduced, 88 – nesting, 72 – migratory, 55 – summering and 28 are sedentary. On Yermakiv island 215 species have been recorded for all time, of which 191 species are transient, 7 are nomadic, 1 is invasive, 89 are wintering, 1 is introduced, 100 are nesting, 71 are migratory, 53 are summer, 33 are settled

The number and species composition of wintering birds in the autumn-winter period of 2019-2020 was primarily influenced by the temperature regime. Taking into account the weather conditions in the research region, the appearance and movement of migratory species were included in the standard terms of multi-year data of phenological observations, but some wintering species did not form traditional mass clusters due to warm weather.

In the coastal part of the Danube Delta during the "mid-winter" surveys a cluster of curled pelicans was found (*Pelecanus crispus*) numbering 155 individuals, which is about 1.5% of the world population of the species. Such significant accumulations on the territory of DBR have never been noted before.

For the first time in the last 10 years, the nesting of waders was noted on the Ptashyna foreland. The colonial settlements of land-nesting species closest to the DWNF are marked on the Nova Zemlya foreland. About 1,400 pairs of yellow-nosed martins and 200 pairs of Caspian martins were observed in the specified territory. For the first time in 2020, a cormorant colonial settlement was noted somewhat north of the DWNF - in the seaside part

of Gneushiv island. The number of the species at the nesting site was 120 pairs.

The late spring had an effect on the birds. The nesting periods of some species were 2-3 weeks later, and the nesting period was prolonged.

The results of the traditional "August records" on August 11-12, 2020 showed that the number of birds of the wetland complex in the coastal part of the delta (including the DWNF area) and on the Yermakiv island were not high. In the area of DWNF, the largest number of birds was noted in the shallow areas between the Kubanskyi island and the Ptashyna foreland, as well as on the Yermakiv island. In relation to previous years, the species composition of birds was unchanged, on the other hand, the total number of birds in the wetland complex, primarily in the territory of Yermakiv island, turned out to be smaller.

Due to the fact that the weather conditions during October-December 2020 were favourable in the Danube Delta and its surroundings, a number of heat-loving bird species were observed, which usually at this time already fly to more southern regions, namely the pink pelican (*Pelecanus onocrotalus*), large sandpit (*Charadrius hiaticula*), mower (*Platalea leucorodia*), seagull (*Vanellus vanellus*), the large stipule *Tringa nebularia*), small bangs (*Egretta garzetta*), shepherd-smith (*Phylloscopus collybita tristis*), white-winged tern (*Chlidonias leucopterus*) etc.

No direct influence of the DWNF along the Bystre mouth on the nature of migrations in the spring and autumn periods of 2020 was found.

Results monitoring the *theriofauna* of the DBR in area of DWNF Danube river-Black Sea during 2020 confirmed the data on the species composition and number of mammal species present here.

The results of route surveys conducted in the reporting period indicate a high number of some species of mammals, namely: jackal and grey rat.

Among the species noted in the area of the DWNF Danube river-Black Sea, 2 species are listed in the Red Book of Ukraine - the river otter and the ermine.

During the studies, no significant direct impact of the DWNF Danube river-Black Sea on the theriofauna of the DBR was detected. Hydrological regimes and warm weather conditions in spring and winter were the main factors affecting the number and placement of mammals in the DWNF Danube river-Black Sea area during the reporting period.

## **6. Analysis of the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea based on the materials of space surveys**

### *A selection of space images.*

Of the 45 available Landsat-8 images, 17 images for the following dates are suitable for further processing:

14.01.2020, 27.03.2020, 03.04.2020, 12.04.2020, 28.04.2020, 06.06.2020, 17.07.2020, 24.07.2020, 02.08. 2020, 09.08.2020, 18.08.2020, 25.08.2020, 10.09.2020, 19.09.2020, 26.09.2020, 06.11.2020, 22.11.2020 .

### *Dynamics of coastlines*

The analysis of satellite images made it possible to study the spatio-temporal changes of the coastline. For the analysis, a combination of far, middle and near infrared channels was used, which equalizes the phototone of the water surface and makes it more contrasting in relation to the land surface.

In the course of a comparative visual analysis of the images, the most significant changes to the coastline in the areas of Taraniv Bay, Ptashynyi Island and Nova Zemlya islands were highlighted.

#### *Taraniv Bay*

During the observation period of the Taraniv Bay area, the configuration of the bays surrounding the bay in 2020, as in previous years, changed, but with some differences. As in 2019, no spring washout was observed (in contrast to previous years), no significant fluctuations of the coastline were observed in the summer either. In November, to the north of the mouth of the Prorva, there is a slight lengthening of the western wing of the foreland and its thickening (Fig. 6.1).

#### *Ptashynyi island*

In 2014, processes were observed that actively increased the island. They slowed down somewhat in 2015-2016, the contours of the island did not change significantly. In 2017, fluctuations in the area of the intracoastal space between the island and the shore were observed, and in August the southern part of the island closes with the shore. In 2018, the island turned into a peninsula and remains in this state until now (Fig. 6.2).

In 2020, as in 2019, there were no significant changes in the configuration of the shores of the Ptashynyi island (peninsula) (Fig. 6.2). Even in the spring, the southern part of the island closes with the coast - fluctuations in the area of the inner coastal space between the island and the coast are minimal.

#### *Nova Zemlya island*

During the observation period of 2010-2018, the configuration of the shores of the Nova Zemlya islands was quite unstable and changed in size mainly in the latitudinal direction. Compared to the period 2010 - 2013, in which the islands were separated, in 2014 the islands are practically connected into a single structure, which continues to strengthen, accumulating sediments. The processes that were actively increasing in 2014 along the coastal structure of the island and spit slowed down in 2015-2016, the contours of Nova Zemlya did not change significantly. In 2017-18, the multi-year trend of erosion in the first half of the year and increased configuration in the second half of the year continued. In 2019, the structure of the Nova Zemlya islands almost did not change.

In 2020, the configuration of the shores of the Nova Zemlya islands was almost unchanged without certain trends of seasonal changes (Fig. 6.3). In June-September 2020, the active development of hydrophytic coenosis was recorded in the water area between the

mouths of Starostambulskyi and Musura.

Thus, the spatio-temporal changes of the coastline of the Danube mouth in 2020 experienced a minimal seasonal fluctuation during the entire observation period, while maintaining the general shape of the structural elements.

In 2020, to analyse the dynamics of the coastline, the concentration and distribution of suspended substances in the Danube Delta, images from Landsat 8 spacecraft were used, a database of space images was created, and their processing and decoding were carried out.

The analysis of space images for 2020 showed the presence of changes in the delta formation of the Danube river due to the processes of accumulation and erosion.

During the observation period of the Taraniv Bay region, the configuration of the bays surrounding the bay changed in 2020, as in previous years, spring erosion of the bays was not observed, the fluctuations of the coastline were minimal.

There were no significant changes in the configuration of the shores of Ptashynyi island.

In 2020, the structure and area of the Nova Zemlya islands remained almost unchanged.

Spatial-temporal changes of the coastline of the Danube mouth undergo seasonal fluctuations with preservation of the general shape of structural elements.

Analysis of the distribution of suspended solids in the western part of the Black Sea water area in the area of delta of the Danube river showed the following dynamics:

- the general direction of removal of suspended solids is south, in certain periods the coastal current and wind flow carry them away in the north-east direction;
- the maximum concentrations of suspended substances in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the Bystre and Starostambulskyi mouths were observed on August 9, the minimum concentrations were observed on August 18 and September 10;
- in the dumping zone, phototone anomalies associated with the soil dump are not observed



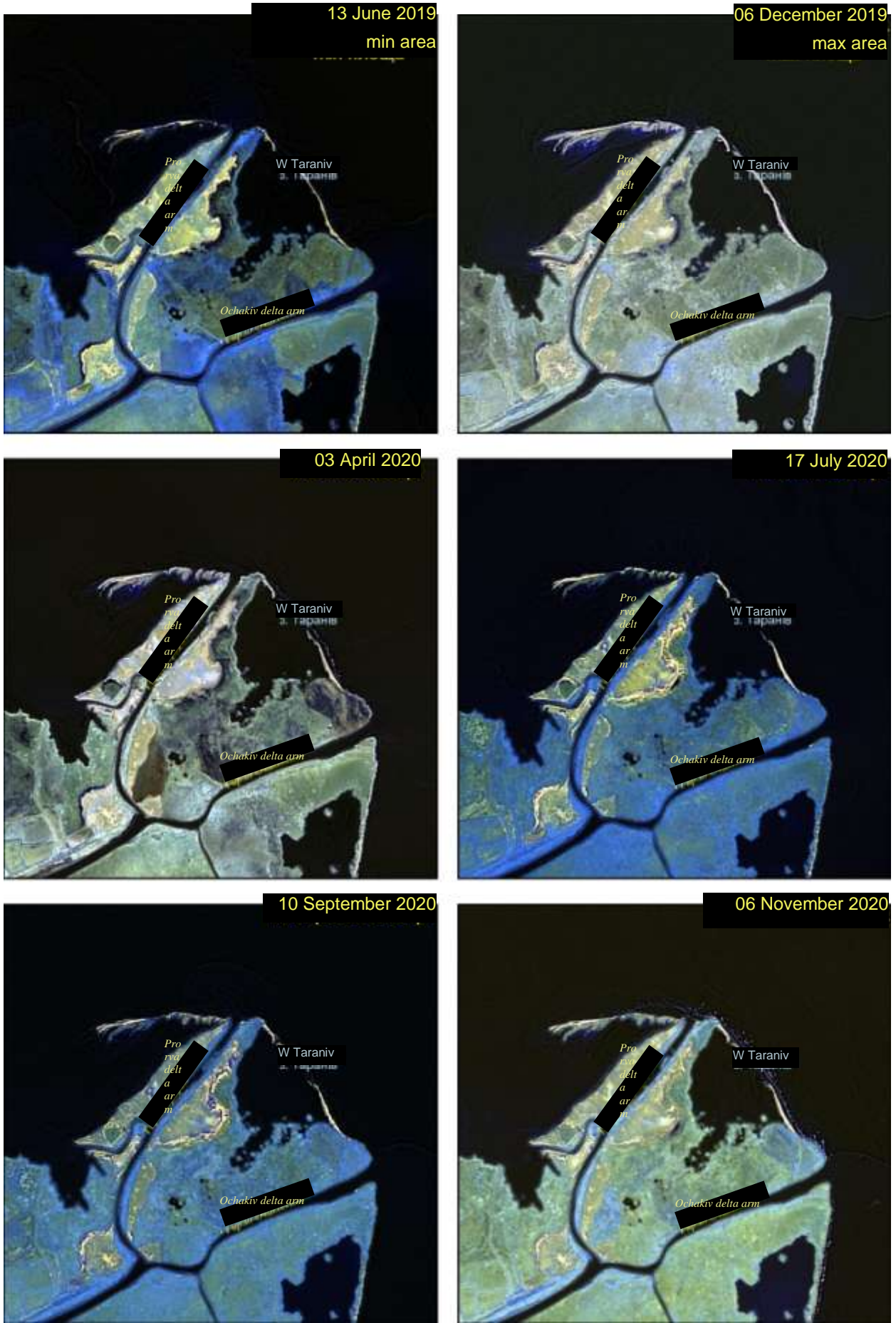


Figure 6.1. Change of coastline and jetties in the area of Taraniv Bay

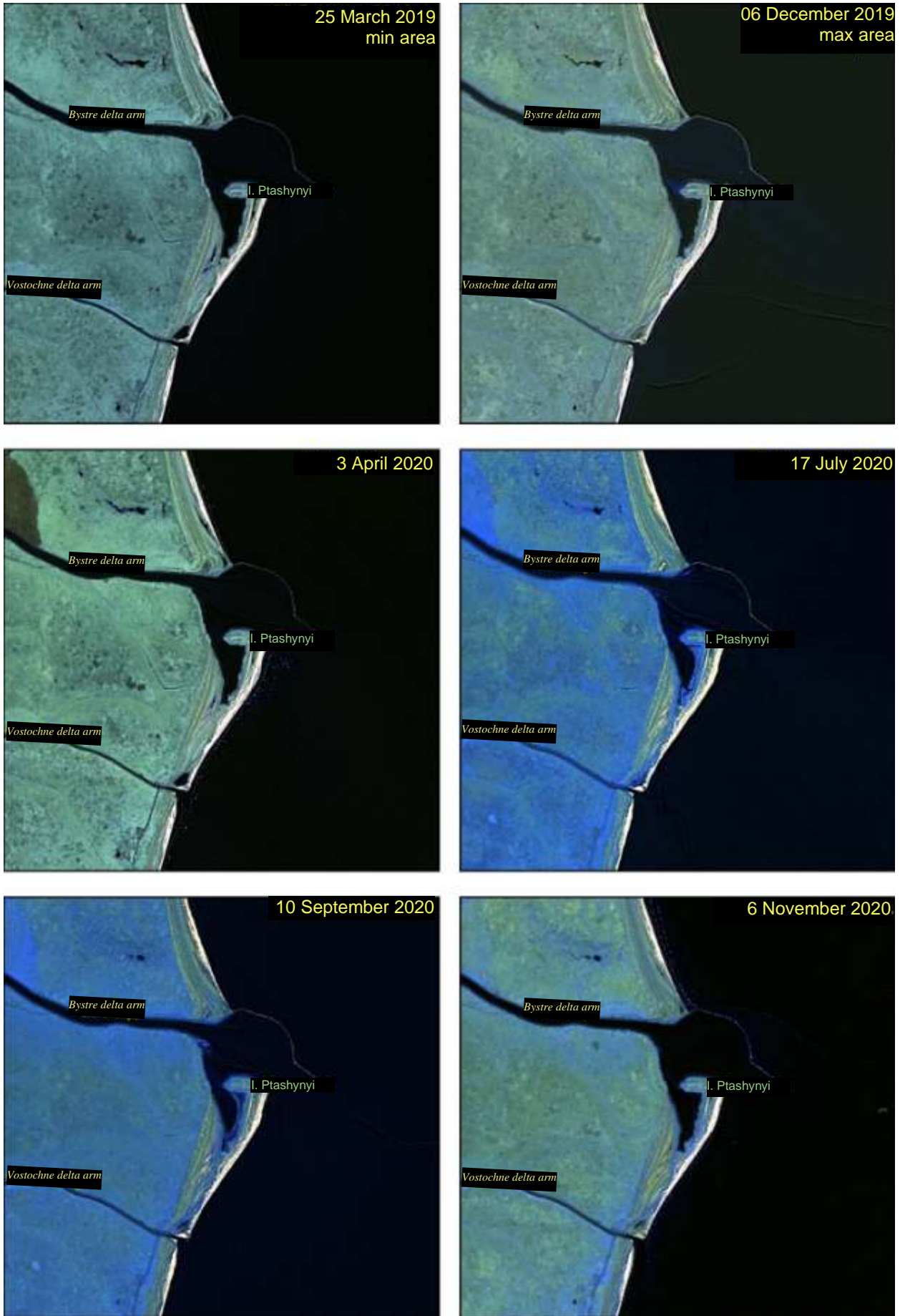
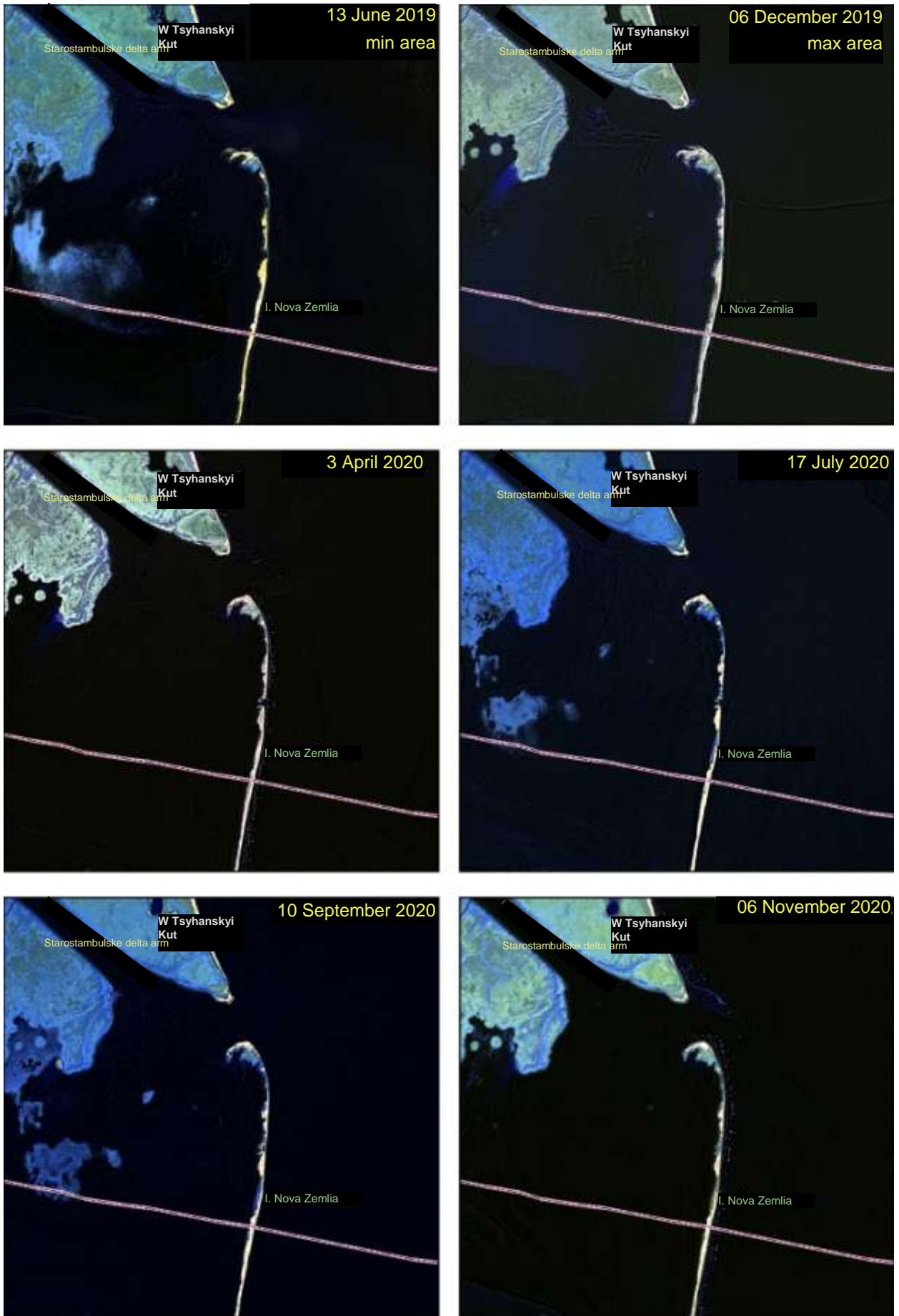


Figure 6.2. Change in the configuration of the shores of Ptashyni island





**Figure 6.3.** Changing the configuration of the shores of the island of Nova Zemlya

## **7. Monitoring of the marine hydraulic dump of the soil under the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black Sea (ChornomorNDIproject)**

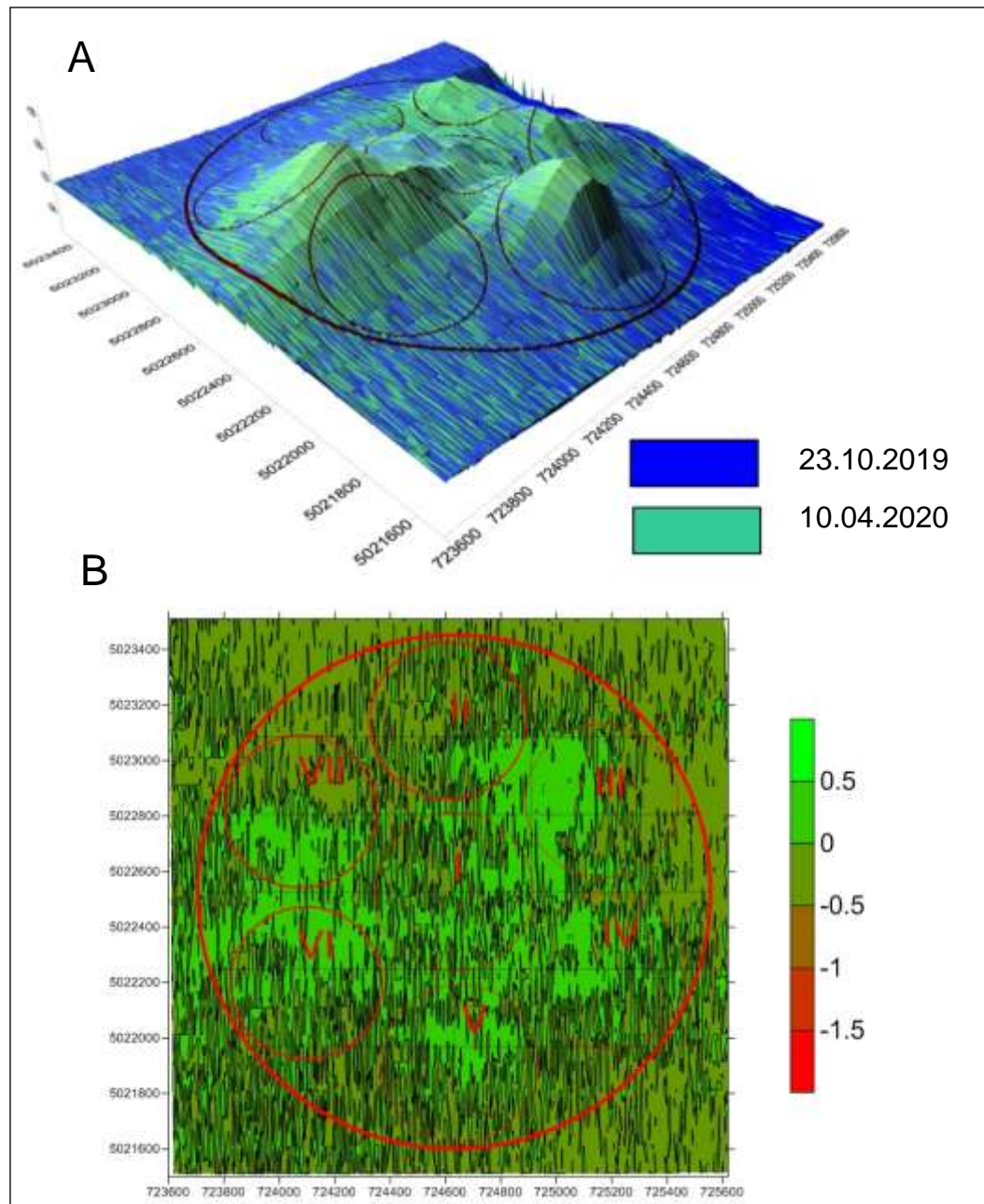
The calculation of the statistical characteristics of the distribution of depths and volumes of the residual soil capacity was carried out based on the results of measurement works from April 10, 2020. The measurement was made by a digital single-beam echo sounder "HydroBox" with determination of GNSS coordinates by a NovAtel OEM615 receiver. The distance between measured profiles is 100 m, between depths - 5 m.

Residual soil capacity of the hydraulic dump as of the beginning of 2021 (as of January 1, 2021), taking into account the stored after measurement 04/10/2020 of soils in the 2nd, 3rd and 4th quarters of 2020, is 6698571 m<sup>3</sup>.

A comparison of the digital relief model (DRM) of the bottom of the hydraulic dump built according to the measurements from October 23, 2019 and May 10, 2020 showed that the vertical deformations of the bottom within the hydraulic dump vary from 0.48 m to - 1.19 m. Positive deformations of the bottom in the interval of 0-0.5 m are noted on the area of 1403207 m<sup>2</sup>, and negative 0--1.5 m on the square 1289268 m<sup>2</sup>, which is, respectively, 52% and 48% of the total area of the hydraulic dump. The coverage area is dominated by positive deformations caused by the accumulation of dredging soils mainly within loading blocks III-VII (Fig. 7.1).

Compared to the measurement from 10/23/2019, the average depth of the dredging soil hydraulic dump has not changed and is 21.6 m. The maximum depth increased from 24.4 m to 24.5 m. The minimum depth increased from 17.6 m to 17.7 m. These depth changes are due to the accumulation of dredging soils and measurement errors for a given depth. The area of the water area with depths less than the critical loading depth ( $H_0=19.0$  m) increased by 7996 m<sup>2</sup>. The average depth within this area did not change and amounted to 18.5 m. The maximum depth has not changed, the minimum has decreased from 17.7 m to 17.6 m. The area of the water area with depths greater than 19.0 m decreased, proportionally with the increase of  $S \geq 19.0$  m by -7996 m<sup>2</sup>. In this part of the water area, the maximum depths increased from 24.4 m to 24.8 m, and the minimum depths also increased from 18.9 m to 19.0 m.

The residual soil capacity between measurements from October 23, 2019 and April 10, 2020 decreased by 21,590 m<sup>3</sup>. Taking into account the accuracy of the diameter of 0.1 m at these depths and the total area of the hydraulic dump, the obtained value indicates that the residual soil capacity of the hydraulic dump of dredging soils, as well as the statistical characteristics of the depths, have not fundamentally changed. The main reasons for this are the small volumes of stored soils, the redistribution of masses and the morphodynamics of the topography of the bottom within the water area of the hydraulic dump caused by the processes of compaction and differentiation of the hydraulically loosened material.



**Figure 7.1.** Comparisons of DRM of the bottom (A), difference of depth marks (B) according to the data measured on 10/23/2019 and 04/10/2020

Results of comprehensive monitoring studies in 2020 and recent years indicate that the hydrological, hydrochemical and hydrobiological conditions of the Ukrainian section of the river Danube did not significantly differ from long-term indicators. Analysis of the distribution of suspended solids in the western part of the Black Sea water area in the area of delta of the Danube river showed the absence of cross-border impact of the works - the impact was limited to the localized areas of the works.

## CONCLUSIONS

The program of integrated ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea for 2020 has been completed in full in all directions.

According to the results of hydrological monitoring, the following can be noted.

2020 was abnormally warm and dry. The average air temperature for the year was 13.4°C, which exceeds the long-term average value by 2.4° and is the highest average annual air temperature for the entire observation period from 1945 to 2020.

The year 2020 was characterized by extremely low water levels and was the driest in the last 30 years. Average annual water level on Reni station was 74 cm below normal. The volume of water flow at the Danube section line (mile 54) was 156 cubic meters. km, which corresponds to an average annual consumption of 4,940 cubic meters. m/s. The modular coefficient of the annual flow is equal to 0.76. The main reason for the extremely low water level in the Danube estuary region in 2020 was in anomalous seasonal distribution of water flow, namely, the almost complete absence of spring irrigation.

The average water consumption of the Bystre arm for 2020 was 2,390 cubic meters. m/s. Thus, 29.8 cu. km of water, or 19.1% of the total inflow to the top of the delta.

The flow of suspended sediments of the Danube in 2020 amounted to 8.97 million tons, of which 3.90 million tons, or 43.5% of the total amount, passed through the arms of the sea Kiliya Delta of the Danube. 1.74 million tons, or 19.4% of the Danube sediment flow, passed through the Bystre arm.

Hydrochemical regime of the river Danube depends mainly on changes in hydrological factors: water content, water temperature and amount of suspended solids. Significant flow velocities and flow turbulence contribute to the uniformity of chemical parameters and their relatively limited amplitude.

The economic and household MPC exceeded the average indicator of the COC. The annual average concentration of phenols was at the MPC level, however, in some months, average concentrations of phenols exceeded the MPC standard (up to 1.7 MPC). At the same time, the maximum levels of indicators exceeded the economic-household MPC, except for the above-mentioned DWNF and the content of phenols, according to BOC5, the content of total iron and gross manganese.

Fishery MPC exceeded the average levels of total iron, copper, manganese, and zinc. The annual average concentration of phenols was at the MPC level (as well as at the MPC<sub>e-h</sub>). According to the maximum levels, exceeding the fishery MPC was established, in addition to the indicated indicators, according to BOC5, the content of zinc, petroleum products, nitrite and ammonium nitrogen. A case of minor (up to 1.02 MPC<sub>d.g</sub>) of oxygen deficiency. The worst quality of water according to fishery MPC was observed for gross iron content.

Summarizing the research materials of 2020, it can be noted that, in general, significant violations in the state of the ecosystem of the Danube river has not been detected by hydrobiological indicators.

Microbiological studies of the state of the water of the Danube delta arms were carried out according to saprophytic (autochthonous and allochthonous) microflora and indicators of fecal pollution - bacteria of the *Escherichia coli* group, coliphages and pathogens. The total microbial number of saprophytic bacteria as a whole corresponded to the quantitative characteristics for each seasonal period. Slow processes of self-cleaning

were observed in all studied areas in July; the lowest self-purification coefficient was noted for the water area of the Kiliyskyi arm near Izmail, below Kiliya and Vylkove

In August 2020, an IMB expedition was carried out on the Danube coast under the ship traffic monitoring program. A complex of hydrological, hydrochemical and hydrobiological works was carried out. Generalized data on the organization of biological groups for the calculation of ecological damage. Based on phytoplankton data, an assessment of seawater quality changes according to European principles is provided. The results of the analysis of long-term data (2004–2020) on the assessment of the reactions of biological groups related to the volume annual flow of the Danube river.

Monitoring of the plant and animal communities of the coastline and floes of the Danube Biosphere Reserve (DBR) during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea was carried out in accordance with the technical task and the calendar plan. In 2020, in accordance with generally accepted methods, field expeditions were conducted to collect botanical, ichthyological, herpetological and ornithological materials on the territory of the DBR (region of Bystre, coastal areas of the coast of Yermakiv island.)

During 2020, no significant impact of operation of the DWNF Danube river - Black Sea on plant and animal communities in the research area was observed. The impact of the consequences, directly, of shipping itself (pollution, wave phenomena, etc.) was also not noted. The development of the reserve's flora and fauna was determined mainly by the hydrometeorological features of the year.

The biggest negative impact on the natural ecosystems of the DBR is the reduction of the water flow of the Kiliya mouth of the Danube due to its redistribution in favour of the Romanian mouths.

Works on ichthyological monitoring showed that:

- in 2020 (as of July 1), the catch amounted to 252.32 tons, which is almost 50% less than the catch in 2019 for the same period of time, and approximately at the level of 2014 and 2018. The most important industrial facility in The Danube is a Danube passage herring;

- the direct impact of soil development and dumping on ichthyofauna is relatively small, if these works are not carried out in fish spawning areas during the spawning period. In order to minimize the negative impact of the works on the ichthyofauna, it is advisable to reduce the volumes of dredging works during the specialized state ban on fishing to the volumes necessary to ensure the safety of navigation.

The results of complex monitoring studies in recent years indicate that the hydrological, hydrochemical, hydrobiological and fishery conditions of the Ukrainian section of the river Danube did not significantly differ from long-term indicators. The researches of the past years have confirmed the lack of regional influence of the sea access channel, the river part of the DWNF and the sea underwater dump in terms of changing the conditions of the fishery use of water areas. Considering the above, it is possible to predict the absence of a significant cross-border impact of the works.

The analysis of space images for 2020 showed the presence of changes in the delta formation of the Danube river due to the processes of accumulation and erosion.

During the observation period of the Taraniv Bay region, the configuration of the bays surrounding the bay changed in 2020, as in previous years, no spring erosion of the bays was observed, and the fluctuations of the shoreline were minimal. There were no significant changes in the configuration of the shores of Ptashyni island. In 2020, the structure and area of the Nova Zemlya islands remained almost unchanged.



Spatial-temporal changes of the coastline of the Danube mouth in 2020 experienced a minimal seasonal fluctuation during the entire period of observation, while maintaining the general shape of the structural elements.

Visual and computational analysis of the distribution of suspended solids in the western part of the Black Sea water area in the area of delta of the Danube river showed the following dynamics:

- the general direction of removal of suspended solids is south, in certain periods the coastal current and wind flow carry them away in the north-east direction;
- the maximum concentrations of suspended substances in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the Bystre and Starostambulskyi mouths were observed on August 9, the minimum concentrations were observed on August 18 and September 10;
- in the dumping zone, phototone anomalies associated with the soil dump are not observed

Residual soil capacity of the hydraulic dump as of 01.01.2021, taking into account stored after measurement 04/10/2020 soils, is 6698571 m<sup>3</sup>.

Calculations of compensation payments were made on the basis of data from on-site observations made as part of environmental monitoring at the sites of hydraulic engineering works on the sea approach channel and hydraulic dump.

In 2020, the amounts of compensation payments were: for pollution of the aquatic environment - UAH 132,706.18, for negative impact on fish resources - UAH 894,924.48; in general for the year - 1027630.66 UAH.

In general, according to the results of monitoring observations in 2020, no significant impacts of the operation of the DWNF Danube river - Black Sea and the maintenance of the passport characteristics of the sea approach channel, the impact of the marine dumping of soils, the development and storage of bottom sediments on the environment of the Ukrainian part of the Danube river delta were found. as well as cross-border impact on adjacent territories. The changes observed in the state of the Danube Delta ecosystem are mainly due to the traditional complex of natural and economic factors; the development of plant and animal communities of the delta in the reporting period was mainly associated with climatic and seasonal hydrological changes.



UDK 504.064.3:282.243.7

**Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine**  
**RESEARCH INSTITUTION "UKRAINIAN RESEARCH INSTITUTE OF**  
**ENVIRONMENTAL PROBLEMS" (UKRNDIEP)**

**61166, Kharkiv, 6 Bakulina str.;**  
**tel./fax (057) 702-15-92; Email: directorniiep@gmail.com**

**APPROVED:**

**First Deputy Director**  
**in scientific work**

\_\_\_\_\_ **Vasenko O.G.**  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ **2022**

**ANNOTATED CONSOLIDATED FINAL REPORT FOR 2021 .**  
**ON RESEARCH WORK**

"Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2021-2022.  
Area of the Sea approach channel»

Agreement No. 1470/1.1/97-B-FDL-21 dated April 22, 2021.

**III stage**

Responsible executor

O.Yu. Iyevleva

**2022**

## CONTENT

	page
Introduction	3
1. Hydrological and hydrochemical studies of the river Danube (DHMO, UKRNDIEP)	5
2.. Assessment of the ecological state of the Danube by hydrobiological, hydrochemical and microbiological indicators (UKRNDIEP, IHB)	8
3. Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part) (IMB NAS of Ukraine)	14
4. Results of ichthyological monitoring (IMB)	18
5. Terrestrial and coastal monitoring of ecosystems on the territory of Danube Biosphere Reserve (DBR)	21
6. Analysis of the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea based on the materials of space surveys	25
7. Monitoring of the marine hydro dump of the soil in the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black Sea (Black sea NDI project)	30
Conclusions	32

## INTRODUCTION

Monitoring works in 2021-2022 are carried out in accordance with the Terms of Reference for the performance of works under the contract No. 1470/1.1/97-B-FDL-21 dated 04/22/2021 and "Programs of integrated ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2021-2022. Area of the sea approach channel", hereinafter the Program (Appendix A). In addition, during the preparation of the report, the results of the monitoring carried out as part of the contract No. 1260/1.1/139-B-FDL-20 dated June 2, 2020 were used. "Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2020-2021. The area of the Sea approach channel".

According to the results of open tenders for the execution of works by the main contractor (UKRNDIEP of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine) the following organizations are involved: Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO), State Enterprise «CHORNOMORNDIPROJECT", the Danube Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), the State Institution "Institute of Marine Biology" (IMB) of the National Academy of Sciences of Ukraine, the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU).

According to the monitoring program, the Danube hydrometeorological observatory conducted systematic monthly hydrological and hydrochemical studies of water condition indicators in the Ukrainian part of the Danube river. UKRNDIEP carried out seasonal expeditionary hydroecological studies on the DWNF route (hydrochemical, hydrobiological, microbiological). IGB summarized information on the composition and structure of biotic communities of the estuarine areas of the delta branches in the autumn of 2021, an assessment of the ecological state of the mouth of the Bystre arm, generalized information on the state of populations of alien species in the research region, microbiological studies were conducted.

Expeditionary surveys on the Danube coast as part of control observations during hydrotechnical works were carried out in May and October 2021 (IMB). The collection and generalization of hydrological and hydrochemical data in the bar part and the adjacent water area at 12 stations was carried out. A complex of hydrological, hydrochemical and hydrobiological works was performed at each station; meteorological observations.

Within the framework of complex ecological monitoring, observations were made of the state of plant communities of the shoreline and floodplains, macrozoobenthos of freshwater and brackish-water corners and bays on the territory of the DBR, herpetofauna and ichthyofauna, as well as ornithological and therological surveys in the area of DWNF and on the Yermakiv island.

Databases of space images were replenished, studies of ecological processes in the Danube delta and in the coastal part of the sea were carried out using remote monitoring tools. The analysis of space photographs allows to evaluate the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea in a seasonal and multi-year aspect.

In accordance with the Program, works on ichthyological monitoring were carried out. The analysis of statistical data on the fishing of passing and floating fish in the river was carried out. Danube and Avandelta, the collection and processing of materials characterizing the state of their populations was carried out. On the basis of these data, calculations of possible damage that may be caused to the aquatic environment and fish

resources during the planned hydrotechnical works in 2022 were carried out (IMB, "CHORNOMORNDIPROJECT").

An assessment of the impact of dredging works on the aquatic environment and ichthyofauna in 2021 was carried out; quarterly calculations of compensation payments were made (CHORNOMORNDIPROJECT, IMB).

An analysis of the actual volumes of soil storage, removed during operational dredging works for the restoration of the DWNF Danube river-Black Sea, an assessment of the residual soil capacity of the hydraulic dump was carried out; study of the possibility of its further use during dredging operations on the sea part of the DWNF Danube river-Black Sea (CHORNOMORNDIPROJECT).

Monitoring works are aimed at tracking the effects (direct and indirect) of operational dredging in the area of the SAC on the ecological state of the sea, as well as other natural and anthropogenic factors that shape the situation in the studied region (hydrological regime, volumes of water and sediment runoff, the hydrochemical regime of the Danube flow, the dynamics of the sea edge of the delta, the state of the forage base of fish, etc.). The issue of the condition of the protected areas adjacent to the work area, biodiversity, rare flora and fauna, as well as obtaining the necessary information on transboundary impacts in accordance with the requirements of the Espoo Convention, also require control.

The annotated report contains concise information on the actual implementation of the work program and the main results of research in the areas of monitoring in 2021.

## **1. Hydrological and hydrochemical studies of the river Danube (DHMO, UKRNDIEP).**

In 2021, in accordance with the Integrated Environmental Monitoring Program and the Terms of Reference under the subcontract agreement with UKRNDIEP, the Danube Hydrometeobservatory carried out regular hydrological and hydrochemical studies under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway (DWNF) Danube river-Black Sea.

The hydrological monitoring program for 2021 included daily observations of the water level and temperature. These observations were carried out at eleven stationary posts, at five of which, in addition, observations of the flow of suspended sediments were carried out. In order to study the spatio-temporal variability of water flow and sediments in different phases of the hydrological regime, expeditionary work was carried out to measure water flows and suspended sediments at 22 hydraulic reservoirs of the Danube Delta. Hydrochemical observations in accordance with the requirements of the Terms of Reference were carried out along the entire length of the Ukrainian section of the river. Danube - from Prut river to the mouth of Bystre. Expeditionary work, which included hydrometeorological observations and water sampling, was carried out monthly at 17 stations followed by laboratory determination of 34 physical and chemical indicators of Danube water.

The methods of conducting hydrological and hydrochemical monitoring did not change during the reporting period.

In 2021 UKRNDIEP conducted expeditionary research on the DWNF track, determined the content of heavy metals in water and bottom sediments. The program of hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2021 was fully implemented.

2021 was moderately warm and humid. The average annual air temperature was 11.9°C, which exceeds the long-term average value by 0.2°. The amount of precipitation for the year was 468.0 mm — this corresponds to 104% of the long-term norm.

The average annual water level in 2021 at the top of the Danube Delta was lower than the multi-year average. The maximum water levels were recorded in the second half of February, they did not reach dangerous levels. At the posts located in the sea Kiliya Delta, fluctuations in water levels during the year are influenced by precipitation phenomena, the average monthly and annual water levels were higher than the average long-term values.

It arrived in the Black Sea in 2021 from the Danube 192 cubic meters km of water, which corresponds to an average water consumption of 6080 cubic meters. m/s. The maximum average daily flow of water at the top of the Danube delta (10,900 cubic m/s) was observed in February, at the peak of the winter flood, minimum (2820 cubic meters per second) — in November.

The average water consumption of the Bystre arm was 1140 cubic meters per second. Thus, 36.0 was carried into the sea through the Bystre arm cube. km of water, or 18.8% of the total inflow into the delta at the closing tributary of the Danube. The maximum water flow rate was 1,960 cubic meters per second in February, and the minimum (586 cubic meters per second) in November.

The flow of suspended sediments of the Danube in 2021 amounted to 14.7 million tons, of which 2.75 million tons, or 18.7% of the total amount passed through Bystre arm.

Laboratory analysis of water samples was carried out in a laboratory that was audited for compliance of the measurement system with the requirements of DSTU ISO

10012:2005. The obtained results are reliable and can be used to maintain a database of hydrochemical and hydrophysical indicators.

During the observations, the average values of water temperature in January and March were at the level of 5.7 - 5.8 °C. In February, the water was cooler, its average temperature was 4.2 °C. Starting from April to August, the water warmed up rapidly: the average temperature during sampling gradually increased from 10.5 to 28.3 °C, next the water temperature decreased. Absolute values of temperature of water for the reporting period varied from 3.4° to 29.1 °C with an average value of 15.4 °C.

In the selected samples, the amount of suspended matter and dissolved oxygen was lower than the long-term values. The same comparison of concentrations of nitrogen, nitrite, ammonium, main ions and hardness indicates their decrease in the waters of the Danube mouth region.

In the reporting period, there was an increase in the concentrations of total phosphorus and silicates compared to the average value of the retrospective multi-year period.

The amount of organic substances in the Danube water has decreased compared to the long-term values, but, as before, the comparison of oxidizability values indicates the superiority of organic substances that are difficult to oxidize over substances that are relatively easily oxidized.

Of the substances - pollutants that were found in the Danube water in the reporting period, petroleum products and synthetic surfactants did not reach the MPC levels, although noted an increase in the value of the concentration of synthetic surfactants in comparison with average long-term values. The concentration of phenols twice exceeded the level of average perennials and was 2 MPC. Value of pH, concentrations of nitrogen nitrite, phosphorus compounds, were almost at the same level as the average long-term values. At 2 µg/dm<sup>3</sup> in comparison with multi-year value decreased contents of hexavalent chromium, which is currently 4 MPC.

Water pollution of the river Danube metals have the following characteristics:

- the gross content of iron, manganese, zinc, nickel and copper is lower compared to the data of 2005, the values are mostly fixed at the level of the previous year;
- according to the data of expedition research in 2021, the greatest pollution by metals was observed mainly in October;
- the gross content of iron in water, as in previous years, exceeded the value as MPC<sub>d.g</sub> as well as the MPC<sub>lt.c</sub> throughout the year at all observation points; iron has the largest excesses among the studied metals;
- for the gross manganese content, also observed exceeding of MPC<sub>d.g.</sub>, there were also occasional cases of exceeding the MPC<sub>lt.c</sub> by gross content (up to 1.4 MPC<sub>lt.c</sub>);
- the gross content of zinc in most samples was minimal and did not exceed the MPC;
- the gross nickel content in the vast majority of samples did not exceed the MPC.;
- during the year, the gross content of copper varied at individual observation points from 0.003 mg/dm<sup>3</sup> up to 0.0092 mg/dm<sup>3</sup>, exceeding the MPC<sub>lt.c</sub> was not observed.

A high content of metals in bottom sediments is observed throughout the Ukrainian part of the river. In 2021, a decrease in the mass fraction of the studied metals in bottom sediments was noted compared to the previous year.

A comparison of the monitoring results with the recommended international standards of TNMN and JDS for the content of metals shows that in 2021 the standards were exceeded for the content of nickel in bottom sediments. The revealed facts of violations of regulations were of a one-off nature and did not exceed 2.0 in bottom

sediments. Averaged over the river section, the results of observations, both for individual seasons and as a whole for the year, do not exceed the above standards for the content of metals in water.

The analysis of observational materials on the dynamics of the SED shows that in 2021, the general trend of the gradual advance of the sea coast of the Kiliya Delta to the east, as a whole, is preserved.

The results of the monitoring carried out in 2021 indicate that there is no impact of the operation of the DWNF Danube river-Black Sea on the hydrological and hydrochemical regime of the Danube Delta, including in the cross-border aspect.

## 2. Assessment of the ecological state of the Danube by hydrobiological, hydrochemical and microbiological indicators (UKRNDIEP, IHB)

### *Results of hydrobiological studies and ecological assessment of water quality of the Ukrainian part of the Danube (UKRNDIEP)*

Studies of the state of hydrobiological groups of the Ukrainian part of the Danube Delta of the UKRNDIEP were carried out along the route of the navigation fairway Danube river - Black Sea in May, July and October 2021 in accordance with standard hydrobiological methods (table. 2.1). A total of 327 samples of water and bottom sediments were taken for biological and chemical analysis during the period of expeditionary research.

**Table 2.1.** UKRNDIEP sampling points (May, July, October 2021)

No. point	Code, name of the selection point	Distance from the mouth	Binding	Date	Types of samples
1	R01, 2 km above Reni	71 miles	left bank	25.5.21 6.7.21 20.10.21	hydrochemical, hydrobiological
2	R06, 1 km below city Izmail	89 km	left bank	25.5.21 6.7.21 20.10.21	hydrochemical, hydrobiological
3	R07, above Kiliya	49	left bank	25.5.21 6.7.21 20.10.21	hydrochemical, hydrobiological
4	R09, below Kiliya	32 km	left bank	25.5.21 6.7.21 20.10.21	hydrochemical, hydrobiological
5	R10, 1 km above city Vylkove	21 km	left bank	24.5.21 5.7.21 20.10.21	hydrochemical, hydrobiological
6	R11, Ochakiv arm	17 km	left middle bank,	24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
7	R14, Ochakiv arm	6 km	left middle bank,	24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
8	R12, Starostambulskyi arm	11 km	left middle bank,	24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
9	R15, Starostambulskyi arm	4 km	left middle bank,	24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
10	R13/9, Bystre arm	9 km	left middle bank,	24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
11	R13/1, Bystre arm	1 km	left middle bank,	24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
12	river Vostochnyi	0.5 km	middle	19.10.21	hydrochemical, hydrobiological
13	R13/0, Bystre arm	0 km		24.5.21 5.7.21 19.10.21	hydrochemical, hydrobiological



*Phytoplankton research results.*

During the analysis of 37 algal samples taken during expedition trips in May, July, and October 2021 in 13 researched areas of Danube, 148 specific and intraspecific taxa from 8 divisions of freshwater phytoplankton were found. Separately, in May, July and October 2021, 110, 84 and 64 taxonomic units of planktonic algae were recorded, respectively, which indicates a moderate species diversity with an increase in early May (during the spring peak of phytoplankton development) and a gradual decrease during other samplings. especially in the cooler autumn period.

The maximum diversity of planktonic algae in all sampling seasons of 2021 was observed among rheophilic diatoms (Bacillariophyta) characteristic of river phytoplankton: in May – 50% of the total number of species, in July – 40%, in October – 48%. Representatives of the Green division (Chlorophyta) took second place, accounting for 28, 31 and 23%, respectively. In other departments of phytoplankton species diversity was much lower, especially in October.

In general, the phytoplankton of the studied area of the Ukrainian part of the river Danube in May and July 2021 was represented by a diatom-chlorococcal complex, in October - mainly by diatoms, which is generally typical for the observation seasons and the type of water bodies. Most of the detected species belonged to freshwater and brackish water. In addition to typical plankton, the composition of the phytoplankton of the studied creatures constantly included both periphyton and benthic forms.

Shannon's indices of species diversity, calculated based on the number and biomass of phytoplankton, indicated a more or less equal contribution of species to the formation of the qualitative and quantitative composition of algal flora. The variation of the Shannon index between stands in most cases was correlated with the dynamics of abundance, biomass and number of species in stands.

The total number of species of planktonic algae in individual bodies was maximal in May (26–50 species), somewhat smaller in July (14–42 species) and lowest in October (14–23 species), which correlated with the dynamics of species diversity. The majority in the number of species in the creations was caused mainly by diatoms, in some creations - also green ones.

Quantitative development of phytoplankton in the studied areas was generally quite noticeable. In general, significant fluctuations in the number of phytoplankton were observed: 4.5 - 48.12 million cells/dm<sup>3</sup> in May, 19.9 - 79.63 million kl/dm<sup>3</sup> in July, 19.47 - 71.46 million kl/dm<sup>3</sup> in October and more homogeneous indicators of its biomass: 1.065 - 2.75 mg/dm<sup>3</sup> in May, 0.773 - 1.96 mg/ dm<sup>3</sup> in July, 0.718 – 3.42 mg/ dm<sup>3</sup> in October

The abundance of phytoplankton was mainly determined by the development of representatives of the Blue-green division, especially the very small-celled species *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em. Elenk., the number of which always significantly exceeds the biomass. Due to this species, as well as *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk., blue-greens noticeably dominated in number in all samples considered, however, as last year, a certain contribution to the total number of golden, diatom, green and yellow-green was noted.

In the dynamics of the total biomass of phytoplankton, which is generally relatively low, from May to October 2021, as in the previous year, there was a decrease in the role of diatoms and an increase in the share of blue-greens and representatives of other departments.

*Microcystis aeruginosa* Kütz was included in the leading complex of phytoplankton species in most of the studied organisms. em. Elenk. (blue-green), *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Cyclotella kuetzingiana* Thw., (diatom), *Chrysococcus rufescens* Klebs (golden), *Tribonema regulare* Pasch. and *T. minus* Hazen (yellow-green), *Sphaerocystis planktonica* (Korsch.) Bourr. (green). *Microcystis pulvereola* (Wood) Forti em reached significant biomass values in individual plots. Elenk., *Oscillatoria agardhii* Gom., *O. limnetica* Lemm. (blue-green), *Cyclotella glomerata* Bachmann, species of the genus *Melosira* (diatoms).

According to the characteristics of water "blooming" degrees, the obtained values of phytoplankton biomass of the vast majority of studied creatures corresponded to the II degree of water blooming (weak, biomass 1 - 4.0 mg/dm<sup>3</sup>) and "environmentally harmless concentrations that cause some deterioration of water quality." Separate biomass values in July and October corresponded to the 1st stage of flowering (initial, biomass less than 1 mg/dm<sup>3</sup>) and "environmentally harmless concentrations".

The number of water quality indicator species detected during the 2021 surveys ranged from 55 in May to 42 in July and to 34 in October, and most of them (17 to 25) belonged to the  $\beta$ -mesosaprobe zone ("moderately polluted waters "). The number of indicator species cleaner compared to the  $\beta$ -mesosaprobic zone of waters in all seasons prevailed over the number of indicators of more polluted waters, which indicates a tendency to improve water quality, which is also indicated by the absence of p- $\alpha$ -saprobic representatives in all sampling seasons of 2021 zones from the Euglen department, which were found singly in separate seasons of previous years, and are considered indicators of polluted waters.

The saprobity index, calculated by the method of Pantle and Bucca, fluctuated at the level of 1.57 – 1.63 (in May), 1.59 – 1.69 (in July), 1.60 – 1.66 (in October) and was within II class, 3 categories of water quality (value of saprobity index 1.6 - 2.0): "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution, meso-eutrophic,  $\beta'$ -mesosaprobe zone, approaching a cleaner border in most species.

The definition of saprobity zones, classes and categories of water quality of the studied bodies according to the values of the saprobity index and phytoplankton biomass in accordance with the Methodology for ecological assessment of surface water quality, as in previous years, coincided only for some bodies. This confirmed the importance of taking into account both criteria of water quality, especially in warm seasons, when there is an increase in the development of planktonic algae and their biomass indicates more water pollution compared to the saprobic index.

In general, the quantitative and qualitative composition of the phytoplankton of the investigated bodies of the Ukrainian part of the river. The Danube in May, July and October 2021 corresponded to sampling seasons and reservoir type, and was similar to similar seasons in recent years.

Zooplankton of the studied areas of the Ukrainian part of the delta of the river Danube was characterized as quite poor in terms of species composition and indicators of quantitative development. During three expedition trips, the total species diversity was at the level of 11 to 13 taxa, and the number of species in the creations ranged from a complete absence to 9 species.

Both the number and the biomass of zooplankton during the research were formed mainly due to copepodites, according to the indicators of the development of the number, zooplankton belonged to the rotator-copepodite type. The analysis of the received data on the quantitative development in the studied points indicates unevenness: the number varied

between 98 - 9860 copies/m<sup>3</sup>, and biomass - from 0.12 mg/m<sup>3</sup> (in clause R 13/0) up to 72.214 mg/m<sup>3</sup> (R 11) in May, from 0.24 mg/m<sup>3</sup> (R13/0) up to 82.326 mg/m<sup>3</sup> (R11) in July, from 0.072 mg/m<sup>3</sup> (R09) up to 16.74 mg/m<sup>3</sup> (R 11) in October.

Indicator species of zooplankton belonged mainly to the  $\beta$ -saprobic zone. According to the saprobity index, which was at the level of 1.5-18, water quality in the period from May to October 2021 improved, but remained mainly within  $\beta'$ -mesosaprobnoy zone, II class 3 categories of water quality: good in condition, "quite clean" in degree of cleanliness/contamination.

According to the results of the ecological and toxicological assessment of the condition of the surface waters of the studied area of the river Danube in *May* and in *July* among 12 water samples, 2 showed chronic toxicity, which according to the toxicological indicator did not meet the established standard [KND 211.1.4.056-97. Methodology for determining the chronic toxicity of water on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.] and belonged to the II quality class - "slightly polluted" (river Danube below Izmail, below Kiliya), others corresponded to the first class in terms of the degree of pollution - "clean water" (river Danube above Reni, above Kilia, above Vylkove, Ochakiv arm, Bystryyi arm and Starostambulskyi arm). In *October* among 13 water samples, 4 revealed chronic water toxicity (river Danube below Izmail, below Kiliya, Bystre arm 9 km, Reni) and assigned to the 2nd quality class- "slightly polluted". 9 samples of water according to the degree of pollution are assigned to the 1st quality class - "clean water" (river Danube above Kiliya, above Vylkove, Starostambulskyi arm 11 km, 4 km, Bystre arm 1 km, 0 km, Ochakiv arm 17 km, 6 km, Vostochnyi 0.5 km).

Thus, according to the results of the ecological and toxicological assessment of the condition of the surface waters of the studied area of the river Danube in May and July 2021 water condition was better compared to October.

The results of the analysis of zoobenthos samples indicate fluctuations in diversity and quantitative indicators. This may indicate the heterogeneity of habitats and the instability of the conditions for the existence of benthic organisms, which is due, first of all, to natural factors (soil structure, current speed, etc.), and not to anthropogenic influence - dredging. The species composition of the macrozoobenthos in May 2021 included 3 large benthic invertebrate taxa, in July – 3, and in October – 4.

According to the results of the conducted research, it can be noted that fluctuations in the composition and quantity of the zoobenthos are primarily related to natural factors, and not to the impact of dredging operations.

The content of chlorophyll "a" of phytoplankton in spring and summer was higher than in autumn, which coincides with generally accepted ideas about the seasonal dynamics of this indicator. At the same time, the content of chlorophyll "a" in bottom sediments was higher in autumn than in summer and spring, which can be explained by the process of phytoplankton sedimentation.

In general, the content of pigments in the bottom sediments was, compared to the values of previous years, quite high, in contrast to the concentrations of phytoplankton pigments.

Phytoplankton pigment indices in autumn were significantly lower than in summer and spring, which somewhat contradicts the notion of the usual dynamics of microalgae activity, but may be related to short-term fluctuations of indicators at the time of sampling. The pigment indices of the bottom sediments were the lowest in spring, and in summer and autumn they were at a comparable level.

A tendency to an increase in the average concentrations of phytoplankton pigments as one approaches the sea edge of the delta was noted, which is the opposite of the trend noted in the distribution of average multi-year concentrations.

The spatial distribution of the content of pigments in the bottom sediments was characterized by a tendency to increase values as it approached the sea edge of the delta, both for the values determined in 2021 and for the multi-year average.

According to the TNMN classification, the tested waters corresponded to the 1st quality class in terms of chlorophyll "a" content. Concentrations of phytoplankton chlorophyll "a" on average corresponded to levels from oligotrophic to mesotrophic waters according to various estimates. The content of chlorophyll "a" in bottom sediments generally corresponded to mesotrophic waters with a transition to eutrophic ones (the average value corresponded to eutrophic waters).

The researches and calculations carried out by UKRNDIEP established that in 2021, the waters of the Ukrainian part of the Danube Delta corresponded to 2 categories of *environmental assessment* (clean with a transition to sufficiently clean) according to the average levels of indicators, and according to the average of the worst levels of indicators - 4 categories (slightly polluted). According to the TNMN classification, the water quality of the Ukrainian part of the Danube Delta was between 1st and 2nd classes. Exceeding of fishery and household MPC was noted by the average concentrations of phenols.

### ***Results of hydrobiological studies and ecological assessment of the water quality of the Ukrainian part of the Danube (IHB)***

In the materials of the IHB of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences, information is summarized about the composition and structure of biotic communities of the estuarine areas of the Danube Delta arms in the autumn period of 2021, an assessment of the ecological state of the mouth of the Bystre arm, and generalized information about the state of populations of alien species in the research region.

In total, 261 species of plants and animals, including 110 species of algae, 23 species of macrophytes, 107 species of benthic invertebrates, and 21 species of ichthyofauna were found in the hydrobiological communities of the estuarine areas of the arms in the fall of 2021.

The level of the total species richness in the mouth of the Bystre arm was higher than in the mouths of other branches, which is primarily due to the maximum values of the number of species of algal flora (both phytoplankton and phytobenthos) and ichthyofauna, and sufficiently high values of this indicator for benthic invertebrates. The level of species richness of macrophytes, on the contrary, was minimal, which, however, did not have a significant impact on the total number of species, given the generally low values of the number of species of higher aquatic vegetation in all water bodies.

The number of phytoplankton at the mouth of the Bystre arm was at the level of the average values in other arms of the delta, and the biomass was the maximum among all watercourses. The structure of phytoplankton both in terms of number and biomass in all studied watercourses was similar - Bacillariophyta dominated.

The microphytobenthos of the estuarine area of the Bystre arm was characterized by the highest number and close to maximum biomass indicators, as well as the dominance of diatoms in both characteristics.

Among the aquatic macrophytes of the mouth of the Bystre arm, helophytes predominated in terms of projective coverage. A significant part of the projective cover belonged to an alien species *Vallisneria spiralis*.

The groups of benthic invertebrates of the mouth of the Bystre arm were characterized by the highest indicators of total number and biomass among other watercourses, which is due to the development of insects and bivalve molluscs. However, the level of trophicity in all studied areas is the same in terms of numbers (eutrophic waters) and mainly (except for the mouth of the Tsyganka arm) – in terms of biomass (mesotrophic waters).

In the composition of the ichthyofauna of the mouth of the Bystre arm, fish families were found that are absent in other areas (in particular, walleye and perch). In terms of relative abundance, as in other watercourses, representatives of the Gobiidae family prevailed in catches.

As part of the biotic communities, 11 alien species were found, including 2 species of algae, aquatic macrophytes, and fish, and 5 representatives of benthic invertebrates. Almost all of them (except the broad-leaved arrowroot) are registered in the mouth of the Bystre arm, while 5–7 representatives of alien complexes are found in other watercourses. The index of biological pollution (SCBI) for different groups was mostly 1–2 points (low and medium level) and only for the mouth of the Tsyganka arm a high level of biological pollution was registered for microphytobenthos and ichthyofauna (SCBI=3 points).

The values of most of the structural characteristics of the biotic communities of the estuarine section of the Bystre arm did not significantly differ from those in other studied estuaries, which also confirmed the ecological state assessments. Thus, according to phytoplankton, microphytobenthos and aquatic macrophytes in most mouths, the ecological state is defined as "satisfactory", and according to benthic invertebrates, the ecological state is established as "good" for all the studied areas. That is, no significant negative impact was registered in the area of hydraulic works.

The saprobiological assessment of water quality based on the biomass of planktonic and benthic algae showed that the waters of the studied areas belonged to the  $\beta$ -mesosaprobe zone, and according to the structure of benthic invertebrates, the water of the mouth of the Tsyganka arm belonged to the oligo- $\alpha$ -mesosaprobe zone, and the other areas to the oligo- $\beta$ -mesosaprobe zone.

The quality of water according to the content of anions varied from class I (clean water) to class III (polluted water), at the mouth of the Bystre arm, the content of ammonium nitrogen and nitrates corresponded to class I (clean water), phosphates to class II (quite clean water), and nitrites to class III (polluted waters) of the water quality class. According to the biotic indices of the VVI and BMWP, the water at the mouth of the Bystre arm belonged to I (clean water), and other areas - to II (quite clean water) quality classes. Bacterioplankton abundance indicators varied from class III (polluted waters) at the mouth of the Tsyganka arm to V (very dirty waters) in all other areas, and according to the number of eutrophic bacteria - from class IV (dirty waters) to class V (very dirty waters) in the specified watercourses, respectively.

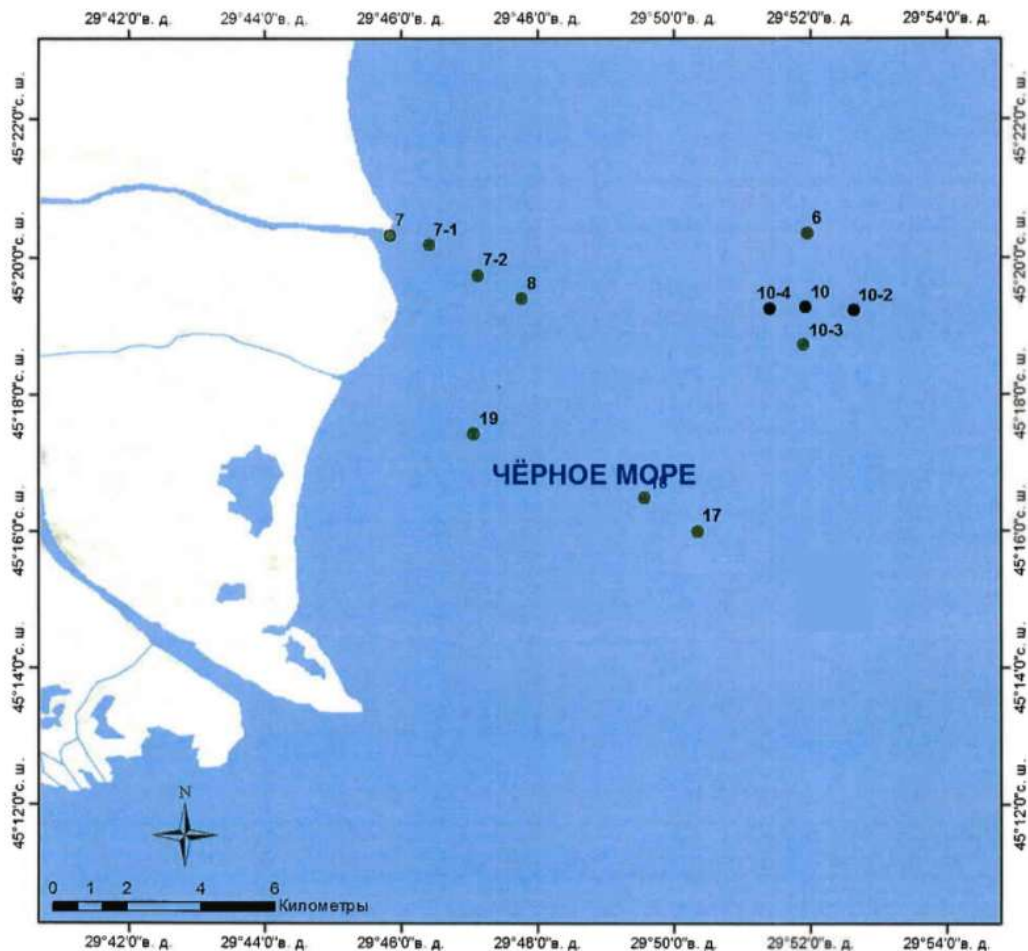
#### *Results of microbiological studies (IHB)*

The conducted microbiological studies proved a high content of bacteria in the water of estuarine areas, and the number of bacteria of various ecological and trophic groups in the water showed a high degree of its trophicity and, at the same time, a significant self-cleaning potential of the river. In the mouth of the Bystryi arm, the values of the total number of bacterioplankton and the number of eutrophic bacteria did not exceed the average values for all estuarine areas, however, the highest percentage of cells with a damaged cytoplasmic membrane may be due to the dredging operations carried out. The conducted sanitary and microbiological studies indicate high pollution of the studied water areas in

terms of the content of potentially pathogenic and pathogenic bacteria. Based on the results of sanitary and microbiological research, it is possible to conclude that the examined waters of arms of the Kiliya Delta of the Danube are unsuited for health purposes. The exception is the mouth of the Bystre and Vostochnyi arms, which comply with the normative documents of the EU and the legislative framework of Ukraine regarding the content of potentially pathogenic and pathogenic bacteria.

### 3. Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part) (IMB NAS of Ukraine)

In May 2021 (May 15, 2021) and October 2021. (October 23 and October 26, 2021) IMB of the National Academy of Sciences of Ukraine carried out expeditionary work on the topic "Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part)" on the coast of the Kiliya delta of the Danube river. The work was carried out according to a scheme that included 12 stations (Fig. 3.1).



**Figure 3.1.** Scheme of sampling stations in 2021.

At each station, a set of hydrological, hydrochemical and hydrobiological works was performed using standard methods. At all stations, zoobenthos and soil samples were taken with a dredger for hydrochemical and granulometric analyses, as well as bathometric water samples for hydrochemical analyses, determination of salinity, and observations of phytoplankton. The temperature in the surface and bottom layers of water was measured directly on board.

Meteorological observations were carried out at all stations: air temperature, wind direction and speed were measured, water transparency was determined (if the wave allowed) and wave parameters were observed. Exiting the station and determining the location was carried out using the GPS-12 "Garmin" device. Overboard work was carried out using two manual winches (hydrological and hydrobiological) of the Neva type, installed in the stern of the vessel. Wind speed was measured by induction anemometer ARI-49. the direction

was determined by the ship's compass. the depth was determined using the ship's sonar. At marine stations, water transparency was measured using a Secchi disc.

Total samples taken: Hydrology – 168, Phytoplankton – 48, Zooplankton – 24, Zoobenthos – 24, Meiobenthos – 24, Granulometry – 24, Petroleum products – 24, Heavy metals – 24.

#### *Results of control observations.*

As a result of expeditionary research conducted in May and October 2021 in the estuarine sea of the Danube received data on the state of water according to a complex of hydrological and hydrochemical indicators, granulometric analysis of the soil was carried out, and the level of its pollution was assessed. Calculated biomass values of feed components of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos for the calculation of ecological damage in the II and IV quarters of 2021. According to the state of the periphyton group, an assessment of the quality of the sea waters of the study area is provided in accordance with European principles.

In May 2021, in the estuarine sea of the Stratification with heterothermy was observed in the Danube, the halocline took place in the area of st. 18, while homothermy was observed in October, the halocline took place in the area of st. 19. According to the volume of the river flow ( $190.9 \text{ km}^3$ ) 2021 refers to the average years in terms of water content.

In the spring of 2021, the nitrate nitrogen content in the water on the Danube coast reached  $1521 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , in autumn its content remained quite high (up to  $1006 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ). The concentration of mineral phosphorus increased more than 2 times from May to October - from  $34.4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  up to  $74.4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  at stations in the approach channel.

In May and October 2021, zinc (maximum  $112 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  and  $133 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  in accordance). In the spring, mercury concentrations did not exceed  $0.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , the maximum concentration of copper was  $46.5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Art. 18). By autumn, these indicators had changed little and amounted to  $0.108 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  and  $44.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  in accordance. From May to October, the quality of bottom sediments significantly deteriorated in terms of the level of contamination with petroleum hydrocarbons - from quality class A to quality class III.

In May 2021, in the premouth region of the Danube, the average biomass of forage phytoplankton in the dredging area was 4.0 times higher, and in the dumping area it was 2.6 times lower, compared to the background area. The basis of phytoplankton biomass was diatom (65.24%) and dinophyte (27.72%) algae. The share of cyanoprokaryotes in the total phytoplankton biomass was 0.26–11.90% (3.59% on average). So, in May 2021, mainly the phytoplankton of the estuarine area of the river The Danube was a feed.

In October 2021, the number and biomass of phytoplankton at the stations of the dumping area practically did not differ from the background ones. In the area of dredging, the biomass of microalgae was 2 times less than in the background, but on the contrary, the number was 2.7 times greater, which occurred due to the development of small-celled diatoms *S. costatum*. The basis of phytoplankton biomass was diatom (38.67%) and dinophyte (37.42%) algae. The share of cyanoprokaryotes in the total biomass of phytoplankton averaged 10.39%. Thus, in October, the phytoplankton of the estuary region of the The Danube was a feed.

In May 2021, the average values of the number and biomass of total zooplankton at the background stations ( $22031.5 \pm 5376.2 \text{ ex}\cdot\text{m}^{-3}$  and  $284.16 \pm 92.81 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) and in the dumping area ( $10589.1 \pm 910.8 \text{ ex}\cdot\text{m}^{-3}$  and  $92.77 \pm 17.71 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) were significantly larger than in the dredging area ( $993.4 \pm 268.1 \text{ ex}\cdot\text{m}^{-3}$  and  $15.41 \pm 4.69 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). From May to



October, the structural indicators of zooplankton decreased. The maximum biomass of zooplankton in October was observed at background stations ( $55.07 \pm 8.69 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ), minimum – in the area of dredging ( $5.85 \pm 1.65 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

In 2021, the maximum values of the biomass of feed zooplankton were noted at background stations ( $184.12 \pm 45.71 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  in May,  $55.07 \pm 8.69 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  in October), minimum – in the area of dredging ( $15.41 \pm 4.69 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  in May,  $5.85 \pm 1.65 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  in October). In the dumping area, the average biomass of feed zooplankton was lower than at the background stations ( $89.91 \pm 17.93 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  in May,  $31.72 \pm 2.94 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  in October).

Quantitative indicators of meiobenthos in May 2021 averaged  $132541 \pm 59639 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ . In the area of canal construction and dumping, they were low. In October 2021, meiobenthos was qualitatively and quantitatively impoverished, its density indicators decreased almost 6 times compared to May 2021, the average number of meiobenthos was only  $21317 \pm 8550 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ .

In the spring of 2021, the average number of macrozoobenthos in the Danube estuary was  $830 \pm 222 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ , biomass –  $42.706 \pm 14.743 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , the biomass of the feed component is  $19.906 \pm 6.020 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ . In autumn, compared to the spring period, the number of benthic macroinvertebrates increased by 2.7 (up to  $2225 \pm 247 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ ), biomass increased by 1.8 times (to  $78.971 \pm 14.718 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ), the biomass of the feed component increased by 3.7 (to  $74.664 \pm 13.673 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

In 2021, detritophages predominated in number on the Danube coast in both periods, and sestonophages predominated in biomass. At the same time, from May to October, the number of detritophages increased by 3.8 (from  $238 \pm 91 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$  to  $909 \pm 158 \text{ ex} \cdot \text{m}^{-2}$ ), and biomass - by an order of magnitude (from  $0.816 \pm 0.375 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  to  $9.753 \pm 2.466 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ), which is mainly associated with the development of detritoid bivalve molluscs in the autumn period *Abra nitida milachewichi*.

In May and October 2021, the highest indicators of the biomass of the feed component of macrozoobenthos were registered in the dumping zone, the lowest - in the dredging zone. At the same time, from spring to autumn in the dredging zone, the biomass of the fodder component increased 9.6 times (from  $1.840 \pm 1.042 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  to  $17.581 \pm 5.174 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ), in the dumping zone - almost 2 times (from  $125.246 \pm 25.469 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  to  $242.494 \pm 25.832 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ), at background stations – almost 3 times (from  $34.230 \pm 8.116 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  up to  $97.626 \pm 16.534 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

In 2021, it was not noted in the Danube region *Mya arenaria*, *Mytilus galloprovincialis* occurred very rarely, which may be due to the presence of a small amount of hard soil fractions (eg shells) and a significant distribution of muddy substrates. A probable reason for the decrease in the number and biomass of bivalve molluscs may be hypoxia, which causes a decrease in growth rates and high mortality of molluscs.

Settlement *Anadara kagoshimensis*, registered in the background area in May 2021, can be considered as stationary, which may indicate an improvement in the living conditions for this species.

In the II quarter of 2021, in the estuarine sea of the Danube biomass of forage phytoplankton in the background areas of the sea was  $252.866 \pm 57.144 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the dredging area –  $1022.042 \pm 110.729 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the area of soil dumping –  $96.809 \pm 29.605 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . The biomass of feed zooplankton in the background areas was  $184.120 \pm 45.710 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the area of dredging -  $0.015 \pm 0.005 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the dumping area –  $15,410 \pm 4,690 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Biomass of total feed zoobenthos at the background stations was  $41109.372 \pm 8389.792 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ , in the dredging area –  $2093.036 \pm 1156.823 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ , in the area of soil dumping -  $126057.537 \pm 25515.024 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ .

In the IV quarter of 2021, in the estuarine sea of the Danube biomass of forage phytoplankton in the background areas was  $24.996 \pm 5.886 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the area of dredging -  $10.090 \pm 1.681 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the area of soil dumping -  $22.669 \pm 5.802 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . The biomass of feed zooplankton in the background areas was  $55.070 \pm 8.690 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the dredging area -  $5,850 \pm 1,650 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , in the dumping area -  $31,720 \pm 2,940 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . The biomass of the total fodder zoobenthos at the background stations reached  $98559.370 \pm 16493.049 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ , in the area of dredging -  $18415.364 \pm 5736.104 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ , in the area of soil dumping -  $242870.587 \pm 25819.944 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ .

In the period from May to October 2021, 15 species of algae were found in the phytoperiphyton communities in the Danube Avandelta region, of which 6 species were found in May and 8 species in October at the Ust-Dunaisk landfill, and 5 species were found in the Bystre estuary area in May and 7 species in October. For Ust-Dunaisk in 2021, from May to October, there is a decrease in the number of green macrophyte algae (by 30%), an increase in the number of blue-green algae (by 22%), and the appearance of red algae in October (12%). For the Bystro estuary, from May to October, there is a decrease in the number of green and red macrophyte algae (by 26%), an increase in the number of blue-green algae (by 23%), and the appearance of diatoms in October (by 30%).

From May to October 2021, in the Danube delta, taking into account the two monitoring sites, the ecological activity of the species included in the floristic composition of the groups increased 3 times and increased from  $221.39$  to  $632.9 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ . It is natural that the average phytoperiphyton biomass decreased from May to October from  $0.397$  to  $0.224 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , due to the fact that ecologically more active species of phytoperiphyton have smaller sizes and, accordingly, less biomass. IPF indicators, which are an integral reflection of both the ecological activity of vegetation and its production function, increased from May to October 2021 from  $26.52$  to  $35.46$  units.

The ecological status of the Danube Avandelta class based on the value of the morphofunctional indicator - the average specific surface of the floristic composition of phytoperiphyton (S/Wx) in May 2021 was assessed as "Moderate". In October 2021, it was downgraded to the "Bad" category. On average for the spring-autumn season of 2021, the Danube Avandelta region is rated as Poor.

#### 4. Results of ichthyological monitoring (IMB)

In 2021, ichthyological research was carried out as part of complex monitoring during the operation of the deep-water navigation fairway (DWNF) Danube river-Black Sea along the Bystre estuary in accordance with the terms of reference for the contract between UKRNDIEP and IMB and "Programs...".

In-situ ichthyological studies during the implementation of monitoring works were carried out according to standard methods of hydrobiological and ichthyological studies adopted in the system of the State Fisheries Agency and the National Academy of Sciences of Ukraine. Research was conducted in a number of areas below the Danube River and in areas along the route of the Danube river-Black Sea HSR.

Ichthyoplankton from shallow vessels is selected with an ichthyoplankton net, according to the "Methodical Guide to Collecting Fish Eggs, Larvae and Fry" (Russ, Casanova; 1966). Juveniles of transient fish species are caught using special small-mesh fishing tools: fry trawls, fry dragnets and small-mesh nets.

Scientific and research ichthyological fishing is carried out in accordance with the "Methodical instructions for estimating the abundance of fish in freshwater reservoirs" (VNIIPRH, 1990), Methods of collecting and processing ichthyological and hydrobiological materials (IRKH, 1998) and is carried out with pond and floating nets, nets, etc. tools

The collection of ichthyological material can also be carried out from industrial fishing tools permitted on reservoirs - nets and floating nets, nets.

Spawning seine, trandada, ichthyoplankton and small-mesh drifter nets are used to record juvenile fish, which is needed to assess spawning success.

Floating nets are used to collect biological material in the river, including to assess the intensity of herring spawning. Passive fishing tools (nets, nets) are used to collect biological material, which is necessary for assessing the main parameters of populations, determining the migration routes of commercial fish species.

The collection and initial systematization of biological material is carried out according to the "Guide to the Study of Fishes" (Pravdin, 1968). The species and quantitative composition of the catch is determined. At each shooting, at least 50 specimens are selected for processing in laboratory conditions. of each species of fish for complete and incomplete biological analysis, tests for fertility, age material. The main parameters of fish populations are studied:

- gender, size and mass composition;
- nutrition and nutritional relationships of fish;
- growth rate of different age groups;
- state of gonads, fertility and efficiency of spawning;
- the dynamics of the number of populations of commercial fish species.

*The results of the conducted work indicate the following.*

During research fishing in 2021, the presence of 38 species of fish belonging to 13 families was registered. Of them, 6 species are included in the Red Book of Ukraine (beluga, sevryuga, sterlet, common elm, common chip, striped ruff), and 6 species of aliens (pilengas, goloveshka rotan, silver crucian carp, variegated and white crucian carp, Amur chub).

The most important industrial object on the Danube is a Danube passage herring. The catch of other types of fish against its background is insignificant. In 2021 herring catch

amounted to 385.8 tons, which is almost twice as much as in 2020, and only 48.3 tons less than in the record year of 2010.

One of the most important factors that determine the size of the Danube herring spawning stock is the water content of the Danube River and its individual mouths. An increase in the water level and an increase in water flow during the herring spawning period, which coincides with the spring flood, can stimulate the arrival of an additional number of herring adults from the reserve part of the population.

The spawning of herring larvae in 2021 was early. The beginning of spawning of herring larvae was registered on April 18. At the end of May, the average indicator of the intensity of the stingray increased by an order of magnitude - to  $0.692 \text{ ex/m}^3$ . The number of rolling larvae and the timing of their spawning are mainly determined by the number of spawning herring spawners and level of the river Danube. The value of herring larval spawning intensity in 2021 in May was higher than the average for the last 12 years, but lower than in 2010 and 2018.

The most diverse in terms of species composition and the most numerous among commercial fish species is the carp family, which is represented in catches by five main species: carp, silver crucian carp, bream, fish, white carp. Ichthyological material was collected both from research catches and from industrial catches.

*Carp* - represented by different age groups: four-year-olds with a length of 24.0 to 28.0 cm, with an average weight of 1400 g, were found on shutter and floating nets with a mesh of 40-50 mm. In the catches of nets with a mesh of 80-100 mm, individuals of age 4+ and 5+ with a length of 29.0 to 38.0 cm, with an average weight of 1900 g and 3300 g, respectively, were represented. It should be noted that in 2021, carp took the first place in fishing in terms of catch among carp species of fish in the lower Danube (39.5 tons).

*Silver crucian carp* - the third industrial facility in terms of catch volumes on the river Danube (36.1 tons in 2021). In catches, it is represented by five main age groups from two to six years old, with an average weight from 33 to 666 g and a length of 10 cm - 28 cm.

*Bream* in research fishing, it is represented by six age groups - from this year to six-year-olds. In 2021, catches of industrial nets were dominated by four- to five-year-old individuals with a length from 24.0 to 31.0 cm, with an average weight of 328 and 501 g.

Nets with a mesh of 32 mm were set out for *fish* in the research catches, therefore only three age groups of this species are represented in the catches in 2021: 1+, 2+ and 3+. The average industrial length of three-year-olds in the sample was 21.5 cm, four-year-olds - 27.1 cm. The average weight of these age groups is as follows: 2 - 158 g, 3 - 367 g, respectively.

*Fat head is white* in 2021, age groups from 1+ to 4+ were represented in nets with a mesh of 32-70 mm. Four- to five-year-old individuals with a length from 38.0 to 49.0 cm, with an average weight of 1329 and 2700 g, prevailed.

*Zander* is one of the valuable industrial species in the lower part of the river Danube. However, the share of zander in catches is small and is about 2%.

The water level during the spawning period of the main industrial groups in the river was quite high, the spawning grounds were filled with water by 80-90%. In April-May, the main commercial phytophilous fish spawned, which coincided with a moderate level of the river Danube. The temperature regime of the water in the river Danube contributed to the successful spawning of phytophilous fish.

In 2021, a total of 96 cases of bycatch of *sturgeon* juveniles in various fishing gear were registered: sterlet - 75, sevryuga - 14, beluga - 7. Not a single case of bycatch of Russian sturgeon was registered.

The indicator of the frequency of bycatch of sturgeon fish based on one drowning of drift nets in 2021. (1.10 individuals/drowning) was significantly higher than in the 3 previous years, but, however, 1.7 times lower than in 2017. (2017 – 1,85; 2018 – 0,65; 2019 – 0,35; 2020 – 0,61). In the by-catch in 2021, in contrast to last year 2020, sterlet again absolutely prevailed - 78.1%. The share of sevryuga was 14.6%, and belugas - 7.3%.

The hydrological regime of the Danube in 2021 was closer to the average long-term parameters than in the two previous years. However, the appearance of migrating young sturgeon fish in the area of Vylkove was observed this year two weeks later than usual. Peak migration of *sterlets* and *belugas* fell on the second decade of July, and the peak of downstream migration of *sevryug* - for August. Youth migration in 2021 ended early. After mid-September of this year, sturgeon were not observed in bycatch.

The development and dumping of dredged soils undoubtedly affects aquatic ecosystems. First of all, the quality of sea water changes, albeit for a short time, due to an increase in the content of suspended substances in the water, transferred from the bottom sediments to the water environment in the process of excavation and storage of the soil. Therefore, the main parameters of the state of the marine environment that change in the process of dredging and dumping are the hydrochemical regime, the living conditions of aquatic organisms, and the redistribution of bottom sediments.

In order to reduce the negative impact on fish reproduction conditions, it is advisable to:

- during the ban on fishing for flounder-turtle (May) and Azov-Black Sea mullet (end of August - beginning of September), dredging should be carried out on the sea part of the approach channel adjacent to the Bystre mouth (the most desalinated area);
- operation of the dump should be carried out in accordance with the project decisions, which are aimed at evenly filling the underwater dump according to the recommended loading areas;
- to limit the amount of dredging operations in the spawning periods, which are agreed in the justification, for each specific species that is affected, to the minimum necessary production values, which are necessary to ensure the safety of navigation;
- reduction of technological losses during dredging and transportation of soil;
- to reduce the zone of negative impact of dredging works, by reducing the zone of dispersion of suspensions, during the period of adverse weather conditions (NMU), soil development is stopped;
- to assess the actual actual impact of works on their implementation should be accompanied by specialized monitoring studies.

In order to assess the extent of the impact on the conditions of reproduction and stocking of aquatic living resources, the possibility of dredging during the period of specialized spawning bans on fishing in the Black Sea and Danube river with dumping of soil on a marine underwater dump, located in the NWBS, completed "Preliminary calculation of damages caused to the components of the natural environment as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black sea and during the storage of extracted soil for 2022".

## 5 Monitoring of terrestrial and coastal ecosystems on the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR)

The monitoring of the plant and animal communities of the shoreline and floes of the Danube Biosphere Reserve (hereinafter DBR) during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea in 2021 was carried out in accordance with the technical task and the Program.

Observations of species protected by various international conventions and listed in the Red Book of Ukraine were included in the monitoring carried out by DBR employees.

Considerable attention was also paid to resident species, due to the fact that they spread primarily due to existing traffic flows.

Observations were made on the state of plant communities of the shoreline and floodplains, macrozoobenthos of freshwater and brackish water corners and bays on the territory of the DBR, herpetofauna and rare ichthyofauna, theriofauna, as well as ornithological surveys in the area of DWNF and on the Yermakiv island.

*Monitoring works on the territory of the DBR in 2021 indicate the following*

The main factors of influence on *vegetation* of the reserve were climatic, hydrological and anthropogenic. The flora of the Danube Biosphere Reserve has 1,571 species in 2021. 30 species of the flora of DBR are in the Red Book of Ukraine, - 12 species of plants are in the European Red List, 135 species are rare and disappearing among higher vascular plants. 15 groups are listed in the Green Book of Ukraine, and more than 40 plant groups of the DBR are regionally rare and require special attention.

The main factors of influence on vegetation of the reserve were climatic, hydrological and anthropogenic.

2021 was characterized by an almost complete absence of snow cover in winter, a cool spring, high rainfall in January, June and December, summer heat and drought from mid-July to October.

Continues erosion of the banks along the Bystre arm, which causes the fall of trees, the disappearance of aquatic vegetation along the coastal strips. Willows are drying up in the riparian forests, undergrowth of typical species along the Bystre and Vostochnyi arm is not forming. Because of the heat stroke and low water, salt marshes and salt marshes formed in the place of shallow water bodies on the delta islands.

The secondary delta of the Kiliya mouth is in the first place in terms of the number of settlers among all natural and territorial complexes of the DBR. The analysis of the spectrum of life forms showed that annuals predominate (19 species, 69.0%, multi-biennial herbaceous species of 4 (13.8%), trees – 4, shrubs – 1. Despite the fact that xerothermic ecotopes prevail in the region, humid ecotopes are more invasive.

Vegetation in the summer on the sand dunes is poorly developed due to drought, and in some areas it is practically absent, the projective cover is no more than 15-20%. In the riparian forests along the Bystre arm out of 93 species, 70 species (75.3%) have the life form of grasses, 5 species of vines, 7 species of shrubs and semi-shrubs, and 7 species of trees. The riparian forests were preserved from 1 to 5 kilometres, and starting from the 8th. 79 species were found in the riparian forest along the Vostochnyi arm.

Silting and overgrowth of semi-submerged and submerged macrophytes continues on the bar part of the Bystre arm outside the channel route. They contribute to their development intensive siltation processes, restrained by storms and fluctuations in salinity.

In 2021, due to the drought and active processes of delta formation, a powerful acceleration of successional processes was observed in the remnants of Bystre Bay. At least

half of the bay has completely dried up, the rest of the reservoir with a depth of about 0.3 meters is densely overgrown with cattails and types of dry and salty meadows. This threatens the existence of valuable plant communities.

Seaside sand dunes are distinguished by the harshest conditions for survival. There are 96 species, 8 inhabitants, and it is in this biotope that they play the main role of sand stabilizers and pioneers, replacing the aboriginal flora.

The only area of Yermakiv Island associated with the influence of the DWNF Danube river-Black sea remains the map of the floodplain. Due to drought and overgrazing, significant changes have occurred in areas of the floodplain. If in previous years the projected vegetation cover reached 95-100%, then in August 2021 it will be only 40-60%. Salt marsh vegetation, which existed here before, is gradually regaining its position.

The main factors of influence on *macrozoobenthos* during 2021 were climatic, hydrological of natural and anthropogenic origin. The most powerful anthropogenic factor is the redistribution of water flow along all branches of the Danube.

Because of the cool rainy weather swarming of the long-tailed palingenia in 2021 took place intermittently, with a shift in terms, in small swarms. From the first ten days of July, there was a drought that lasted until November.

At the beginning of August, due to the water temperature in the Starostambulskyi, Vostochnyi, and Bystre arms near 30°C, a significant number of dead bivalve molluscs, mainly Chinese toothless and local unionids, were observed on the water surface.

On the bar of the Vostochnyi arm along the right bank, shallow waters grow, where air-immersed vegetation develops, which confirms the tendency to decrease the flow of the Vostochnyi arm.

The percentage of alien species for benthic invertebrates is less than 1%, but their impact on ecosystem processes can be quite significant.

There are 14 species of invertebrates included in the European Red List (1991), on the territory of the DBR, 10 under the Berne Convention, 26 under the Red Book of Ukraine, 24 under the Regional Protection List. In total, 42 species of invertebrate hydrobionts belonging to the macrozoobenthos are under different levels of protection on the territory of the DBR.

The annual average number and biomass of macrozoobenthos on the Bystre bar is 674 specimens/m<sup>2</sup>, biomass 11.44 g/m<sup>2</sup>, which corresponds to the average indicators for the years of research, but there were no crustaceans typical of the estuary zone.

In the Vostochnyi arm, the number of macrozoobenthos was 889 specimens/m<sup>2</sup>, and the biomass was 7,700 g/m<sup>2</sup>. In Starostambulskyi arm, before Bystre, the average number of benthic animals for all samples was 944 specimens/m<sup>2</sup>, biomass 29.906 g/m<sup>2</sup>. These indicators are high for macrozoobenthos and correspond to the multi-year averages in the Starostambulskyi arm.

Annual average abundance and biomass of macrozoobenthos on the Vostochnyi bar - 652 specimens/m<sup>2</sup>, biomass 1.2 g/m<sup>2</sup> (average number over the years of observation - 2090 specimens/m<sup>2</sup>, biomass - 18.355 g/m<sup>2</sup>). The number decreased by three times, biomass - by 15 times.

There is a complete absence of macrobenthic animals in bottom samples in Ananka Corner in summer and autumn, which is evidence of its critical condition. In the normal state of an overgrown reservoir, the ratio between the numbers/biomasses of benthic and phytophilic invertebrates is 1-1.5.

In 2021, the number and distribution of rare *ichthyofauna* in the DWNF "Danube river-Black sea" area were generally normal for recent years. During 2021, there was no

significant impact of DWNF exploitation on representatives of rare ichthyofauna in the study area. The impact of the consequences, directly, of shipping itself (pollution, wave phenomena, etc.) was also not noted.

Among the Red Book species of fish, a large bycatch of young bream with a length of 50-75 cm was noted both in floating and in fixed nets, sometimes up to 8-12 pieces per 1 set of nets. Severyuga 10-12 cm long was also noted among this year's sturgeon, which spawned as a result of spawning already in 2021, the success of which was facilitated by the high water content of the Danube. Such a large by-catch of severyuga in various places of the delta testifies to the productive generations of this species and the improvement of the state of the population.

In autumn, the bycatch of sterlet on fishing grounds in area of Kiliya was unusually high, the length of individuals ranged from 12 to 54 cm, which also indicates the improvement of the population of this species.

The work carried out in 2021 as part of the monitoring program confirmed the previous studies of the species composition of *herpeto- and batrachofauna* of the DBR. Reproduction of species of batrachofauna in 2021 was successful, despite the lack of significant irrigation of river Danube. The number of amphibians and reptiles in 2021 generally did not change and remained within the limits of previous years.

In the course of research conducted in the coastal part of the Kuban and Stambul islands in the area of mouth of the Bystre of the river Danube, as well as on the sand foreland Ptashyna, and Yermakiv island, no significant direct impact of the operation of the DWNF Danube river-Black sea on the state of the population of amphibians and reptiles of the DBR fauna was found.

In 2021, the species composition of *birds* fauna in DBR has changed and is **303** species. The pink flamingo was included in the composition of the fauna *Phoenicopterus roseus*. As of the end of 2021, the species composition has also changed in the DWNF area. During the entire time of monitoring, 279 species of birds were observed in this territory, of which 237 species are migratory, 16 - migratory, 4 - invasive, 143 - wintering, 9 - flying, 2 - introduced, 88 - nesting, 72 - migratory, 55 - flying and 28 are sedentary.

On the number and species composition of wintering birds in the autumn-winter period of 2020-2021 primarily influenced by the temperature regime. Taking into account the weather conditions in the research region, the appearance and movement of migratory species were included in the standard terms of multi-year data of phenological observations, but some wintering species did not form traditional mass clusters due to warm weather. Due to a rather warm autumn-winter period, the delay of some individuals of early migrants in the territory of the North-Western Black Sea Coast was noted. In the third decade of 2021, a number of "heat-loving" species were identified in the region: Glossy ibis *Plegadis falcinellus* (the first registration of the wintering species in the Danube Region of Ukraine); yellow heron *Ardeola ralloides* (second registration of the species for wintering within the borders of Ukraine); little egret *Egretta garzetta*; avocet *Recurvirostra avosetta*; redshank *Tringa totanus*; 1 specimen of spotted eagle *Aquila clanga* (the second reliable registration of the wintering species within the Danube Region of Ukraine); white-winged tern *Chlidonias leucopterus*; white-cheeked tern *Chlidonias hybrida* etc.

For several years in a row on Yermakiv island in the winter period, significant accumulations of ring doves *Columba palumbus*, were noted mainly in its western part, which make up to 15-20 thousand specimens. In the second and third decade of February, a mass death of the specified species of pigeons was noted both on the territory of the island and in the adjacent areas, including the Romanian part of the delta. The analysis was carried out by specialists of the State Production and Consumer Service of Kiliya did not reveal traces of poisoning or an infectious disease, the main version of death - exhaustion as a result of hunger. Perhaps the snow cyclones and blizzards in February caused the



deterioration of conditions for feeding such a concentration of birds. The operation of the DWNF had no effect on the death of the birds in this case.

As in previous years, in 2021 the hydrological regime and storm events had a direct impact on the species composition and number of birds in the wetland complex. First of all, this factor affects ground-nesting species of birds, which are mainly used for nesting in the foreland of the coastal part of the delta.

Nova Zemlya foreland, as in recent years, played a key role for the nesting of ground-nesting species. In 2021, about 1,300 pairs of yellow-legged martins and 200 pairs of Caspian martins were observed in the specified territory. The majority of pairs were located on the Romanian part of the foreland. A magpie wader was also noted on the nesting scythe *Haematopus ostralegus*, little ringed plover *Charadrius dubius*, common tern *Sterna hirundo*. Among the predators that could affect the nesting of individual pairs of ground-nesting bird species, only traces of the common rat *Rattus norvegicus* were found and common raccoon dog *Nyctereutes procyonoides*, but the abundance of both species was low.

The colonial settlement of herons, which was first discovered on the left bank of Solomon's Arm in 2020, managed to be investigated in detail in 2021. The dominant species in the colony were shitepoke *Nycticorax nycticorax*, little egret *Egretta garzetta*. In addition, in the colony stayed 1 couple of pygmy cormorants *Phalacrocorax pygmeus* and 2-3 couples of cattle herons *Bubulcus ibis*. The mentioned case of nesting of the cattle heron is quite interesting, because it may actually be the second case of nesting of the species in Ukraine.

In the vicinity of Yermakiv island a nest of a rare species was found – barn owl *Tyto alba*. This is the second proven case of nesting of the species within the Danube region of Ukraine.

No direct influence of the DWNF along the Bystre mouth on the nature of migrations in the spring and autumn periods of 2021 was found.

Results monitoring the *theriofauna* of the DBR in area of DWNF Danube river-Black sea during 2021 confirmed the data on the species composition and number of mammal species present here. A high number of small mammals and a significant seasonal increase in the number of river otters were recorded.

In 2021, for the first time during the entire period of theriofauna monitoring in the area of the DWNF Danube river-Black sea, a species of the Red Book of Ukraine was discovered - Mediterranean water shrew (*Neomys anomalus*).

For the first time during the entire monitoring period, breeding of the European badger was registered on the Yermakiv island, as well as an increase in the number and distribution of the species in the coastal part of the delta.

Valuable data were obtained on jackal feeding in the coastal part of the Danube Delta, in particular feeding species by root-mouthed jellies.

During the studies, no significant direct influence of the DWNF Danube river-Black sea on the theriofauna of the DBR was detected.

## **6. Analysis of the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea based on the materials of space surveys**

### *A selection of space images.*

From the 45 images of the Landsat-8 spacecraft (available for 2021), 16 images for the following dates were selected for further processing in the database:

10.02.2021, 17.02.2021, 26.02.2021, 05.03.2021, 22.04.2021, 24.05.2021, 09.06.2021, 25.06.2021, 20.07.2020 r., 27.07.2021, 05.08.2021, 12.08.2021, 21.08.2021, 13.09.2021, 24.10.2021, 02.12.2021

### *Dynamics of coastlines*

The analysis of satellite images made it possible to study the spatio-temporal changes of the coastline. For the analysis, a combination of far, middle and near infrared channels was used, which equalizes the phototone of the water surface and makes it more contrasting in relation to the land surface.

As in previous years, for a comparative visual analysis of the images, the areas where the most significant changes to the coastline took place are highlighted: Taraniv Bay, Ptashynyi island, Nova Zemlya islands.

#### *Taraniv Bay*

During the observation period of 2013-2019 in the Taraniv Bay region, the configuration of the bays surrounding the bay changed noticeably. In 2020 and 2021, spring erosion of the foreland was not observed (in contrast to previous years), only at the end of autumn 2020, north of the mouth of the Prorva, a slight elongation of the western wing of the foreland and its thickening was observed. In 2021, noticeable changes also occur at the end of the year - the foreland that separates the Taraniv Bay from the Black Sea increases (Fig. 6.1).

#### *Ptashynyi island*

Since 2014, the processes actively expanding the island have been observed. They slowed down somewhat in 2015-2016, the contours of the island did not change significantly. In 2017, fluctuations in the area of the intracoastal space between the island and the shore were observed, and in August the southern part of the island closes with the shore. In 2018, the island turned into a peninsula and remains in this state until now (Fig. 6.2).

In 2021, as well as in 2019-2020, there were no significant changes in the configuration of the shores of the Ptashynyi island (peninsula) (Fig. 6.2). Even in the spring, the southern part of the island closes with the coast - fluctuations in the area of the inner coastal space between the island and the coast are minimal.

#### *Nova Zemlya island*

During the observation period of 2010-2019, the configuration of the shores of the Nova Zemlya islands was quite unstable and changed in size mainly in the latitudinal direction.

Compared to the period 2010 - 2013, in which the islands were separated, in 2014 the islands are practically connected into a single structure, which continues to strengthen, accumulating sediments. The processes that were actively increasing in 2014 along the coastal structure of the island and spit slowed down in 2015-2016, the contours of Nova Zemlya did not change significantly. In 2017-18, the multi-year trend of erosion in the first half of the year and increased configuration in the second half of the year continued. In 2019-2021, the structure of the Nova Zemlya islands remained almost unchanged.

In 2021, the configuration of the shores of the Nova Zemlya islands was almost unchanged without certain trends of seasonal changes (Fig. 6.3). In December, there is a slight increase in land at the northern end of the island. In July-September 2021, the active development of hydrophytic coenosis was recorded in the water area between the mouths of Starostambulske and Musura.

In 2020-21, the coastline in the area of the Ukrainian part of the Danube Delta was the most stable in all the years of observation. Seasonal erosion and accumulation of sediments were minimal, and in some areas were not recorded at all.

Thus, the spatio-temporal changes of the coastline of the Danube mouth in 2021 experienced a minimal seasonal fluctuation during the entire observation period, while maintaining the general shape of the structural elements.

To analyse the dynamics of the coastal strip and the distribution of suspended solids in the Danube Delta in 2021, a database of space images was created, processed and deciphered. The analysis of space images for 2021 showed the presence of changes in the delta formation of the Danube river due to the processes of accumulation and erosion.

During the observation period of the Taraniv Bay region, the configuration of the bays surrounding the bay changed in 2021, as in previous years, no spring erosion of the bays was observed, and the fluctuations of the shoreline were minimal.

There were no significant changes in the configuration of the shores of the Ptashynyi island (peninsula).

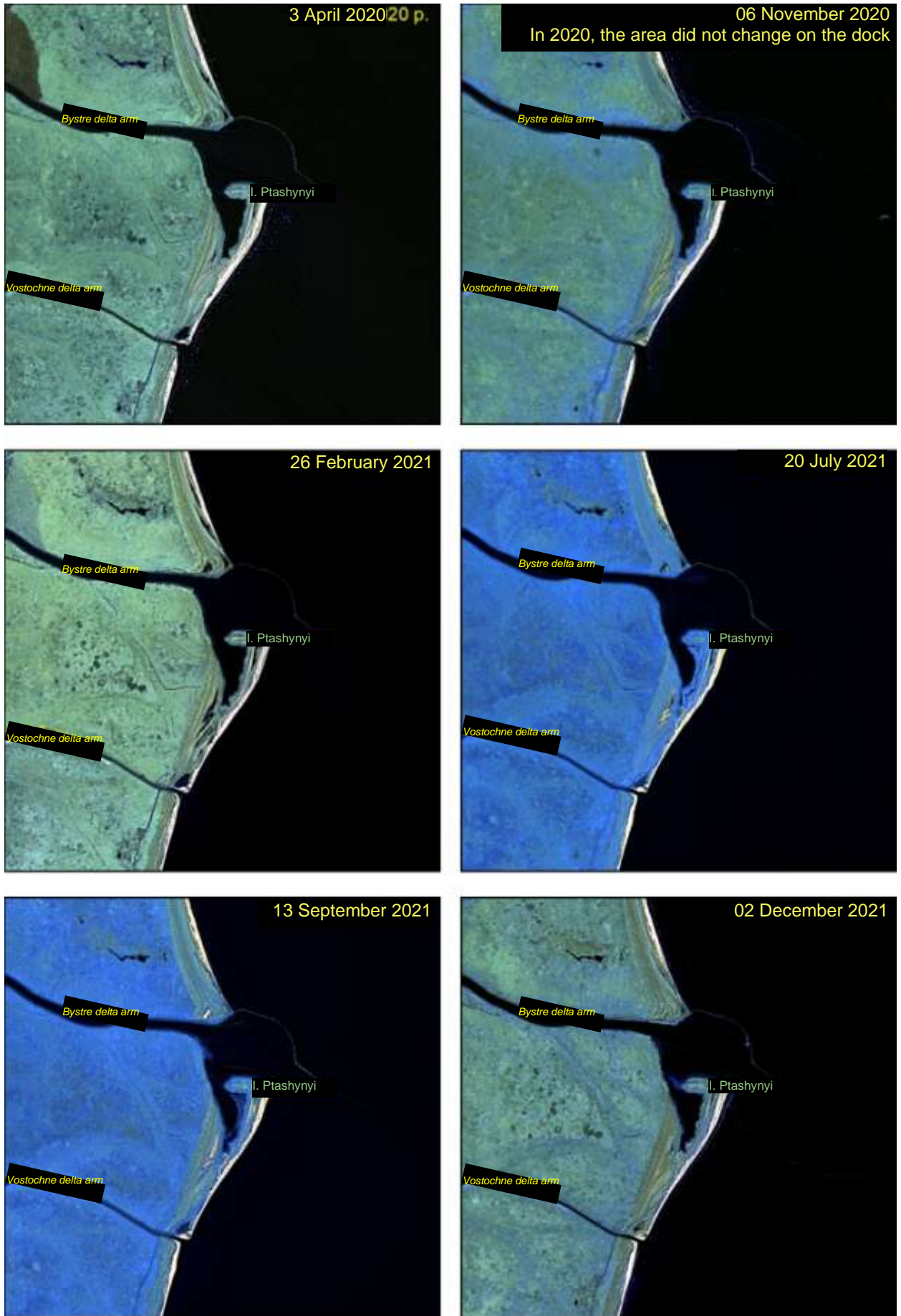
In 2021, the structure and area of the Nova Zemlya islands remained almost unchanged.

Spatial-temporal changes of the coastline of the Danube mouth in 2021 experienced a minimal seasonal fluctuation during the entire period of observation, while maintaining the general shape of the structural elements.

Visual and computational analysis of the distribution of suspended solids in the western part of the Black Sea water area in the area of delta of the Danube river showed the following dynamics:

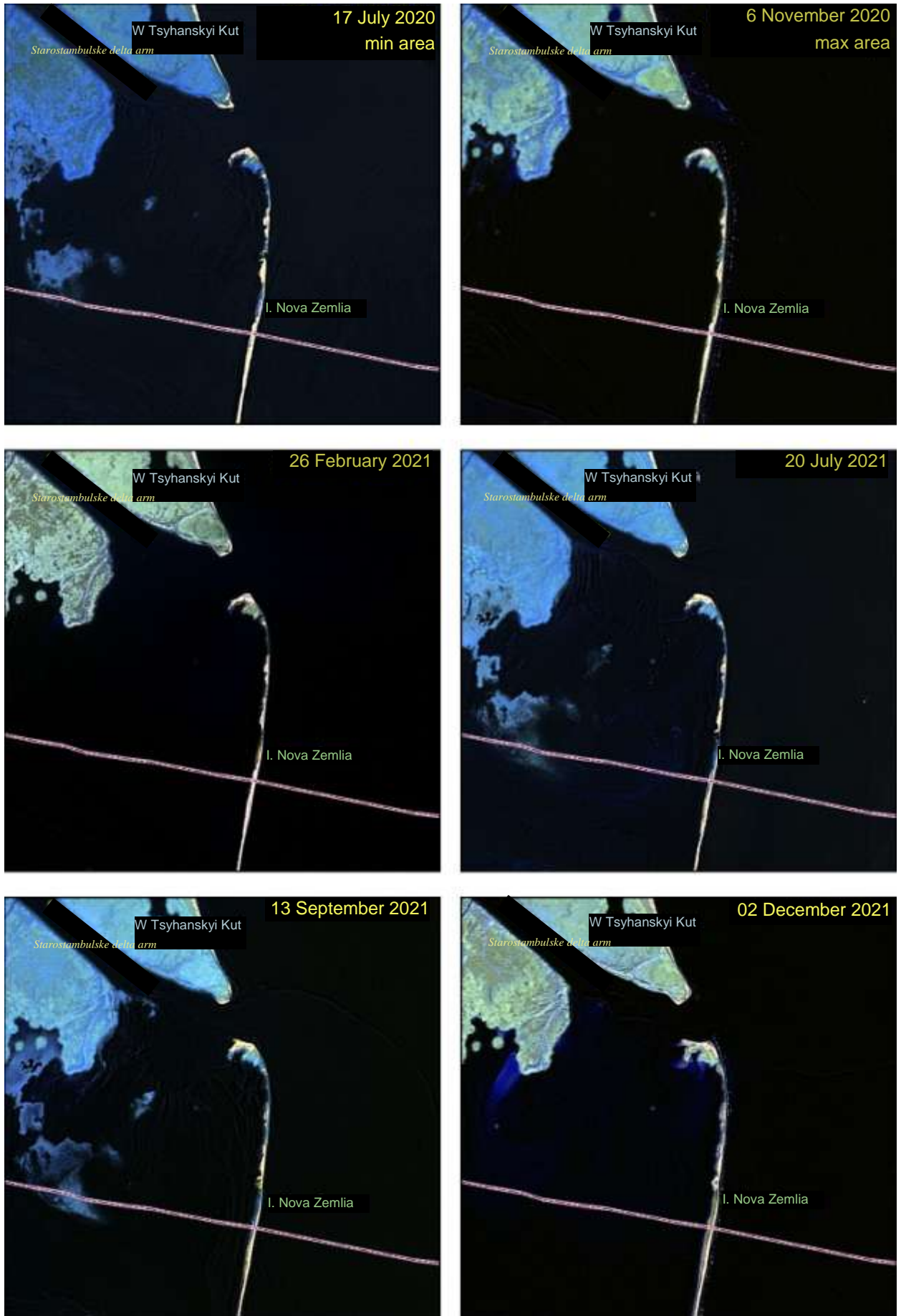
- the general direction of removal of suspended solids is south and south-east, in certain periods the coastal current and wind flow carry them in the north-east direction;
- the maximum concentrations of suspended substances in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the Bystre and Starostambulskyi mouths were observed on February 26 and March 5, the minimum concentrations were observed on July 20, August 21, and December 2;
- in the dumping zone, phototone anomalies related to the soil dump are not observed, with the exception of August 5, where the picture shows a detached jet of suspended solids within the perimeter of the zone, but the reason for this is most likely a change in the direction of removal from the Bystre mouth.





**Figure 6.2.** Changing the configuration of the shores of Ptashynyi island





**Figure 6.3.** Changing the configuration of the shores of the island of Nova Zemlya

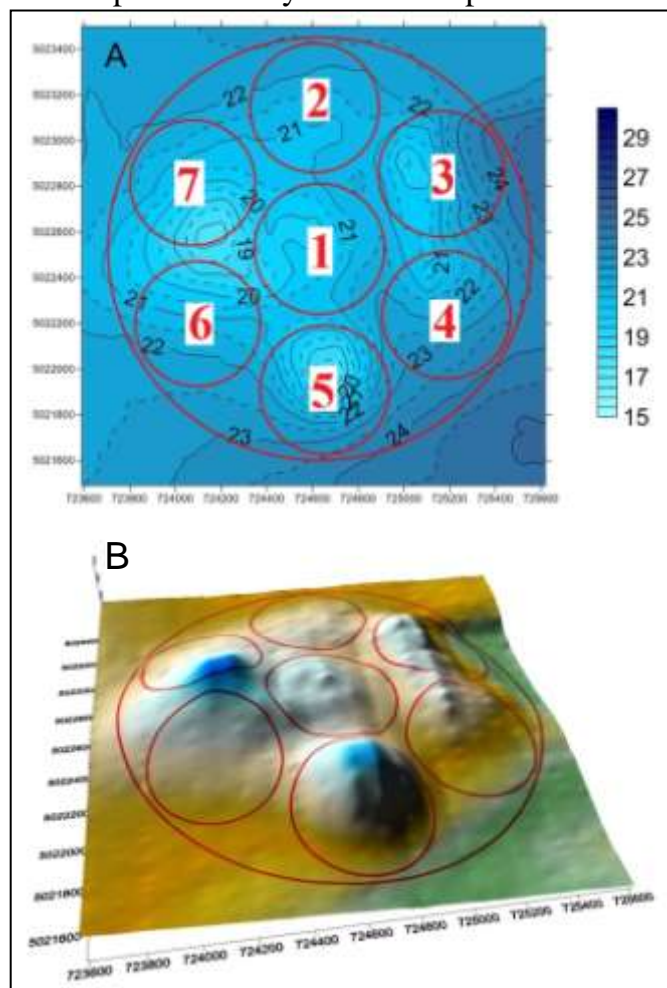
## 7. Monitoring of the marine hydraulic dump of the soil under the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black sea (ChornomorNDIproject)

The calculation of the statistical characteristics of the distribution of depths and volumes of the residual soil capacity was carried out based on the results of surveying works from 05/26/2021. The measurement was made by a digital single-beam echo sounder "HydroBox" with determination of GNSS coordinates by a NovAtel OEM615 receiver. The distance between measured profiles is 100 m, between depths - 5 m.

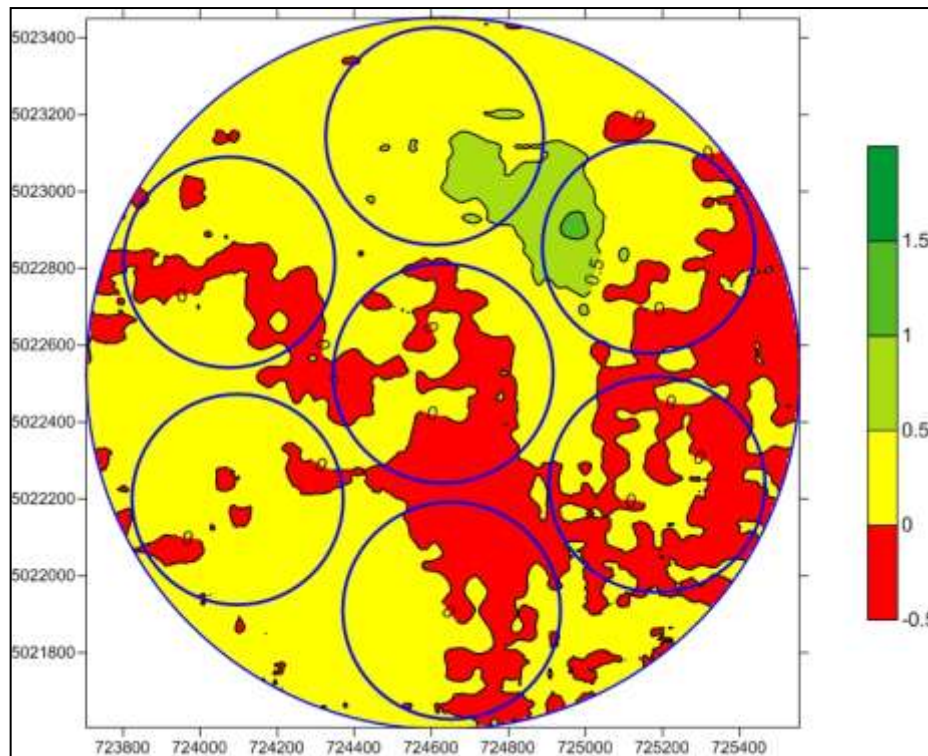
The residual soil capacity of the hydraulic dump according to normative calculations as of the time of measurement on May 26, 2021 was equal to 6613439.0 m<sup>3</sup>.

After measuring the water area of the marine hydraulic dump, during the end of the 2nd and in the 3rd and 4th quarters, the soils for operational dredging were stockpiled. As of the beginning of 2022, the estimated residual soil capacity of the marine hydraulic dump of the soil is 6461740.0 m<sup>3</sup>.

Comparison of digital relief models of the bottom (DRMB), constructed based on the results of measurements from 04/10/2020 and 05/26/2021. (Fig. 7.1), made it possible to trace the relief changes on the entire area of the hydraulic dump of the dredging soils. Figure 7.2 shows that negative deformations of the bottom relief are observed within the formed elevations of the bottom mainly in the central and eastern part of the hydraulic dump. Negative deformations reach -0.5 m. Positive deformations of up to 1.3 m are observed in the north-eastern part of the hydraulic dump.



**Figure 7.1.** Comparisons of DRM of the bottom (A), difference of depth marks (B) according to the data measured on 04/10/2020 and 05/26/2021



**Figure 7.2.** Deformations of the relief of the bottom of the hydraulic dump between measurements from 04/10/2020 and from 05/26/2021

Positive bottom deformations are traced at 1913057 m<sup>2</sup> bottoms of the hydraulic dump - 72% of the total area, negative on the area of 762867 m<sup>2</sup> - 28% of the area. Currently, the development of the topography of the bottom of the hydraulic dump of the DWNF is mainly influenced by the stacking of dredging soils and their redistribution over the surface of the hydraulic dump. This process is accompanied by a decrease in depth, residual soil capacity and a predominance of positive bottom deformations. Compaction of hydraulic loosened soils of dredging is accompanied by negative relief deformations. They can be traced on a limited area of the hydraulic dump and are characteristic of previously formed elevations. Negative deformations slightly compensate for the decrease in residual soil capacity over time.

Results of comprehensive monitoring studies in 2021 and recent years indicate that the hydrological, hydrochemical and hydrobiological conditions of the Ukrainian section of the river Danube did not significantly differ from long-term indicators. Analysis of the distribution of suspended solids in the western part of the Black Sea water area in the area of delta of the Danube river showed the absence of cross-border impact of the works - the impact was limited to the localized areas of the works.



## CONCLUSIONS

The program of integrated ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea for 2021 has been completed in full in all directions.

According to the results of hydrological monitoring, the following can be noted.

2021 was moderately warm and humid. The average annual air temperature was 11.9°C, which exceeds the long-term average value by 0.2°. The amount of precipitation for the year was 468.0 mm — this corresponds to 104% of the long-term norm.

The average annual water level in 2021 at the top of the Danube Delta was lower than the multi-year average. The maximum water levels were recorded in the second half of February, they did not reach dangerous levels. At the posts located in the sea Kiliya Delta, fluctuations in water levels during the year are influenced by precipitation phenomena, the average monthly and annual water levels were higher than the average long-term values.

In 2021, 192 cubic km of water entered the Black Sea from the Danube, which corresponds to an average flow of water of 6,080 cubic meters per second. The maximum average daily flow of water at the top of the Danube delta (10,900 cubic m/s) was observed in February, at the peak of the winter flood, minimum (2820 cubic meters per second) — in November.

The average water consumption of the Bystre arm was 1140 cubic meters per second. Thus, 36.0 was carried into the sea through the Bystre arm cube. km of water, or 18.8% of the total inflow into the delta at the closing tributary of the Danube.

The flow of suspended sediments of the Danube in 2021 amounted to 14.7 million tons, of which 2.75 million tons, or 18.7% of the total amount passed through Bystre arm.

Hydrochemical regime of the river Danube depends mainly on changes in hydrological factors: water content, water temperature and amount of suspended solids. Significant flow velocities and flow turbulence contribute to the uniformity of chemical parameters and their relatively limited amplitude.

The following were responsible for the ecological assessment of water in the Ukrainian part of the Danube Delta: according to the average levels of indicators of 2 categories with a transition to 3 (clean with a transition to sufficiently clean); according to the average of the worst levels of indicators of category 4 (slightly polluted).

According to the TNMN classification: 1 quality class corresponded to the average values of pH, BOC<sub>5</sub>, permanganate oxidizability, content of dissolved oxygen, ammonium nitrogen, phosphates and chromium; The average values of COC, nitrite and nitrate nitrogen content corresponded to the 2nd quality class.

Household and fishery MPC exceeded the average concentration of phenols (1.48 MPC); the worst level according to this indicator was (4 MPC).

Household MPC exceeded the worst levels of indicators of the content of organic substances according to COC and BOC<sub>5</sub>.

Fisheries MPC exceeded the worst levels of indicators of the content of organic substances according to BOC<sub>5</sub>, concentrations of nitrogen, nitrite, and magnesium. The maximum concentration of oil products was at the MPC level.

Summarizing the research materials of 2021, it can be noted that, in general, significant violations in the state of the ecosystem of the Danube river has not been detected by hydrobiological indicators.

In May and October 2021, IMB expeditions were carried out on the Danube coast as part of the ship traffic monitoring program. A complex of hydrological, hydrochemical and hydrobiological works was carried out, a granulometric analysis of the soil was carried out, and the level of its pollution was assessed. Calculated biomass values of feed components of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos for the calculation of ecological damages. Based on phytoplankton data, an assessment of seawater quality changes according to European principles is provided.

Within the framework of comprehensive ecological monitoring, observations were made on the state of plant communities of the coastline and floating areas, macrozoobenthos of freshwater and brackish water corners and bays, herpetofauna and rare ichthyofauna, as well as ornithological

and therological surveys in the area of the DWNF and on the Yermakiv island. During monitoring, special attention was paid to species protected by various international conventions and listed in the Red Book of Ukraine. Considerable attention was also paid to alien species, due to the fact that they spread primarily due to existing traffic flows and pose a significant threat to native species.

During 2021, no significant impact of operation of the DWNF Danube river - Black sea on plant and animal communities in the research area was observed. The impact of the consequences, directly, of shipping itself (pollution, wave phenomena, etc.) was also not noted. The development of the reserve's flora and fauna was determined mainly by the hydrometeorological features of the year.

The biggest negative impact on the natural ecosystems of the DBR is the reduction of the water flow of the Kiliya mouth of the Danube due to its redistribution in favour of the Romanian mouths.

Works on ichthyological monitoring showed that:

- in 2021, the catch amounted to 521.6 tons, which is almost 35% more than the catch in 2020 for the same period of time, and approximately at the level of 2019. The most important industrial facility on the Danube is a Danube passage herring. In 2021 herring catch amounted to 385.8 tons, which is almost twice as much as in 2020, and only 48.3 tons less than in the record year of 2010.;

- the direct impact of soil development and dumping on ichthyofauna is relatively small, if these works are not carried out in fish spawning areas during the spawning period. In order to minimize the negative impact of the works on the ichthyofauna, it is advisable to reduce the volumes of dredging works during the specialized state ban on fishing to the volumes necessary to ensure the safety of navigation.

The results of complex monitoring studies in recent years indicate that the hydrological, hydrochemical, hydrobiological and fishery conditions of the Ukrainian section of the river Danube did not significantly differ from long-term indicators. The researches of the past years have confirmed the lack of regional influence of the sea access channel, the river part of the DWNF and the sea underwater dump in terms of changing the conditions of the fishery use of water areas. Considering the above, it is possible to predict the absence of a significant cross-border impact of the works.

The analysis of space images for 2021 showed the presence of changes in the delta formation of the Danube river due to the processes of accumulation and erosion.

During the observation period of the Taraniv Bay region, the configuration of the bays surrounding the bay changed in 2021, as in previous years, no spring erosion of the bays was observed, and the fluctuations of the shoreline were minimal. There were no significant changes in the configuration of the shores of Ptashynyi island. In 2021, the structure and area of the Nova Zemlya islands remained almost unchanged. Spatial-temporal changes of the coastline of the Danube mouth in 2021 experienced a minimal seasonal fluctuation during the entire period of observation, while maintaining the general shape of the structural elements.

Residual soil capacity of the hydraulic dump as of 01.01.2022, taking into account the stored after measurement 05/26/2021 soils, is 6461740.0 m<sup>3</sup>.

Calculations of compensation payments were made on the basis of data from on-site observations made as part of environmental monitoring at the sites of hydraulic engineering works on the sea approach channel and hydraulic dump.

In 2021, the amounts of compensation payments were: for pollution of the aquatic environment - UAH 94582.81, for negative impact on fish resources - UAH 307430.03; in general for the year - 402012.84 UAH.

In general, according to the results of monitoring observations in 2021, no significant impacts of the operation of the DWNF "Danube river - Black sea" and the maintenance of the passport characteristics of the sea approach channel, the impact of the marine dumping of soils, the development and storage of bottom sediments on the environment of the Ukrainian part of the Danube river delta were found. as well as cross-border impact on adjacent territories. The changes observed in the state of the Danube Delta ecosystem are mainly due to the traditional complex of natural and economic factors; the development of plant and animal communities of the delta in the reporting period was mainly associated with climatic and seasonal hydrological changes.

UDK 504.064.3:282.243.7

**Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine**

**RESEARCH INSTITUTION "UKRAINIAN RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS" (UKRNDIEP)**

**61166, Kharkiv, 6 Bakulina str.;**  
**tel./fax (057) 702-15-92; Email: directorniiep@gmail.com**

**APPROVED:**

**First Deputy Director  
in scientific work**

\_\_\_\_\_ **Vasenko O.G.**  
“        ” \_\_\_\_\_ **2023**

**ANNOTATED SUMMARY REPORT  
ON RESEARCH WORK**

“Complex ecological monitoring of the environment during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black sea in 2021-2023. Area of the Sea approach channel»

Agreement No. 1470/1.1/97-B-FDL-21 dated April 22, 2021.

**IV stage**

*(Annotated summary report for the II half of 2022 with justification for the further use of the dredging soil dump)*

Responsible executor

O.Yu. Iyevleva

**2023**

**CONTENT**

Introduction	3
1. Hydrological and hydrochemical studies of the river Danube	5
2. Hydrobiological studies	17
3. Control observations during the operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea (sea part)	33
4. Ichthyological monitoring during operation of the navigation fairway Danube river-Black sea	46
5. Monitoring of terrestrial and coastal ecosystems on the territory of the Danube Biosphere Reserve	56
6. Analysis of the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea based on the materials of space surveys	64
7. Monitoring of the marine hydraulic dump of the soil in the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black sea	80
Conclusion	82
Appendices	86

## INTRODUCTION

As a result of the military aggression of the Russian Federation against Ukraine, which became the basis for the introduction of martial law, as well as due to active hostilities in the places of monitoring works and the official ban on work in the places of dredging and adjacent water areas of the front (sea) edge of the Kiliya Danube Delta, the validity period of agreement No. 1470/1.1/97-B-FDL-21 dated 22.04.2021 were extended by additional agreement No. 2 dated 14.12.2022 for the IV quarter of 2022 and the I and II quarters of 2023. The works were carried out in accordance with the updated technical specifications and the work schedule.

Before the performance of works by the main contractor (UKRNDIEP of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine) the following organizations were involved: Danube Hydrometeorological Observatory (DHMO), State Enterprise "CHORNOMORNDIPROJECT", Danube Biosphere Reserve (DBR) of the National Academy of Sciences of Ukraine, State Institution "Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine" (IMB), Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine (NAS).

According to the Program, carried out expedition surveys of the channel of the Ukrainian part of the river Danube. Observations of the hydrological characteristics of the delta's watercourses were made during scientific expeditions and at stationary hydrological posts.

From the beginning of 2022, monitoring of the water level and temperature, ice phenomena was carried out daily at eleven stationary posts. In addition, five of them were monitored for the flow of suspended sediments. Further, as a result of the military aggression of the Russian Federation against Ukraine, which became the basis for the introduction of martial law, the prohibition of access to stations and posts on the Danube coast, surveillance was conducted at seven stationary posts, and at three downstream of suspended sediments. Starting from March, the following were temporarily closed: marine hydrometeorological station Ust-Dunaisk, hydrological stations Bystre, Velyke and Prorva.

Hydrochemical monitoring in the Ukrainian section of the river Danube in January-February was held at 17 stations from the mouth of the Prut River to the Bystre arm. Since the beginning of the war, in March, water samples were taken at 8 stations, and in the period from April to December, hydrochemical monitoring was carried out at 15 stations (with the exception of the Bystre arm), followed by laboratory determination of 27 physical and chemical indicators of Danube water.

Hydrobiological studies of the river Danube in the second half of 2022 was carried out by specialists of the UKRNDIEP and IHB. The research included the selection and processing of samples of phyto- and zooplankton, water and bottom sediments to study the seasonal state of biological communities, the content of photosynthetic pigments of phytoplankton microalgae and bottom sediments.

An assessment of the impact of dredging works on the aquatic environment and ichthyofauna in the 4th quarter was carried out; quarterly calculations of compensation payments were made (CHORNOMORNDIPROJECT, IMB).

Within the framework of comprehensive ecological monitoring, observations were made on the state of plant communities of the coastline and floating areas, macrozoobenthos of freshwater and brackish water corners and bays, herpetofauna and rare ichthyofauna, as well as ornithological and therological surveys in the area of the DWNF and on the Yermakiv island.

An assessment of the residual soil capacity of the hydraulic dump and the possibility of its further use during dredging works on the sea part of the DWNF “Danube river - Black sea”, recommended measures for further operation of the hydraulic dump and minimization of the impact of hydrotechnical works on the water environment (CHORNOMORNDIPROJECT).

Studies of ecological processes in the Danube Delta and in the coastal part of the sea were conducted using remote monitoring tools. The analysis of space photographs allows to evaluate the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea in a seasonal and multi-year aspect.

The annotated summary report contains information on the implementation of the work program in the second half of 2022 and research results. Since the specificity of certain types of research determines the performance of work in two stages (field expedition research with the collection of primary materials and their subsequent camera processing and analysis), some materials are in the stage of processing and will be provided in the next report.

## 1. Hydrological and hydrochemical studies of the river Danube.

The Danube Hydromet Observatory has completed the IV stage of works provided for by additional agreement No. 2 to agreement No. 10 dated August 2, 2021. on the provision of services in the field of environmental protection according to DK 021:2015-90700000-4, Lot No. 1 "Conducting hydrological and hydrochemical monitoring in the Ukrainian part of the Danube Delta under the conditions of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black sea in 2022.

From the beginning of 2022, monitoring of the water level and temperature, ice phenomena was carried out daily at eleven stationary posts. In addition, five of them were monitored for the flow of suspended sediments. Further, as a result of the military aggression of the Russian Federation against Ukraine, which became the basis for the introduction of martial law, the prohibition of access to stations and posts on the Danube coast, surveillance was conducted at seven stationary posts, and at three downstream of suspended sediments. Starting from March, the following were temporarily closed: marine hydrometeorological station Ust-Dunaisk, hydrological stations Bystre, Velyke and Prorva.

Hydrochemical monitoring in the Ukrainian section of the river Danube in January-February was held at 17 stations from the mouth of the Prut River to the Bystre arm. Since the beginning of the war, in March, water samples were taken at 8 stations, and in the period from April to December, hydrochemical monitoring was carried out at 15 stations (with the exception of the Bystre arm), followed by laboratory determination of 27 physical and chemical indicators of Danube water.

According to the recommendations of the World Meteorological Organization (WMO), starting from 2021, new climate norms calculated for the last 30 years will be implemented in the activities of hydrometeorological organizations. In this report, the temperature and precipitation norms for the period of observations of the Izmail weather station in 1991 - 2020 were used in the analysis of weather conditions.

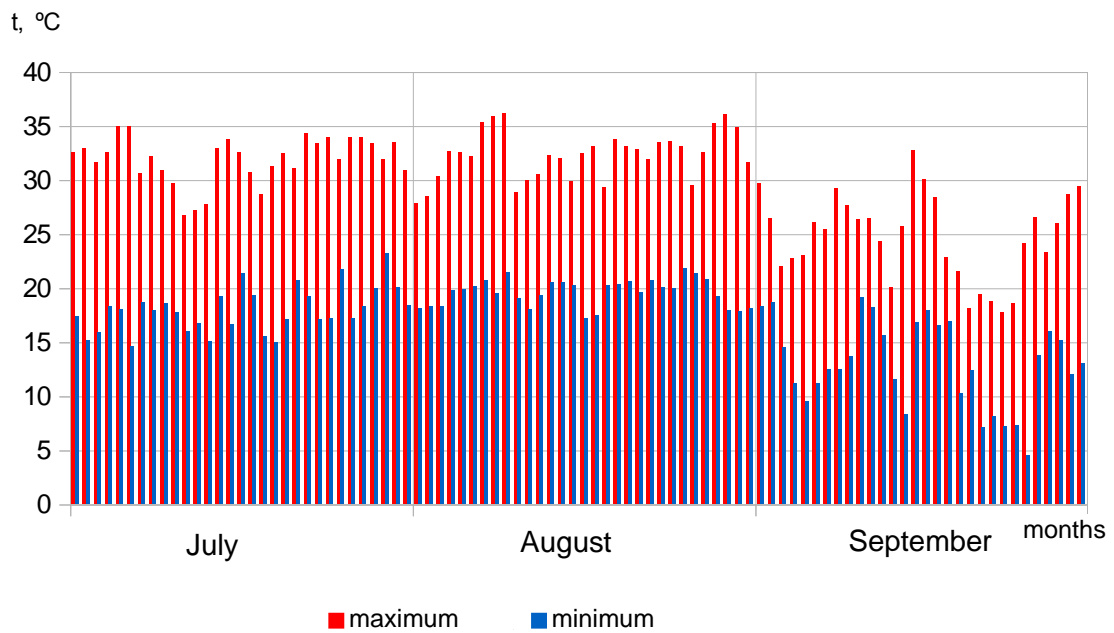
The methods of conducting hydrological and hydrochemical monitoring did not change during the reporting period. All observation materials for 2022 are given in this report.

**Weather conditions.** In July, the average monthly air temperature was 24.9°, which is 1.3° higher than the long-term value. The monthly amount of precipitation was 11.1 mm, that is, 24% of the norm. The maximum air temperature rose to 34.9° warm, the minimum air temperature dropped to 14.6° warm

In August, the average monthly air temperature was 25.5°, which is 2.2° above the norm. The monthly amount of precipitation was 5.0 mm, or 16% of the long-term norm. The maximum air temperature rose to 36.1° warm, the minimum air temperature dropped to 17.2° warm

In general, the summer was hot and dry. The average seasonal air temperature was 24.3°C, which is 1.6° higher than the long-term norm. 38.6 mm of precipitation fell, which is 28% of the seasonal norm. The biggest precipitation deficit was observed in August.

In September, the average monthly air temperature was 18.5°, which is 0.6° above the norm. The monthly amount of precipitation was 22.8 mm, or 63% of the long-term norm. The maximum air temperature rose to 32.7° warm, the minimum air temperature dropped to 4.5° heat (Fig. 1).



**Figure 1.** Schedule of daily maximum and minimum air temperature in Izmail

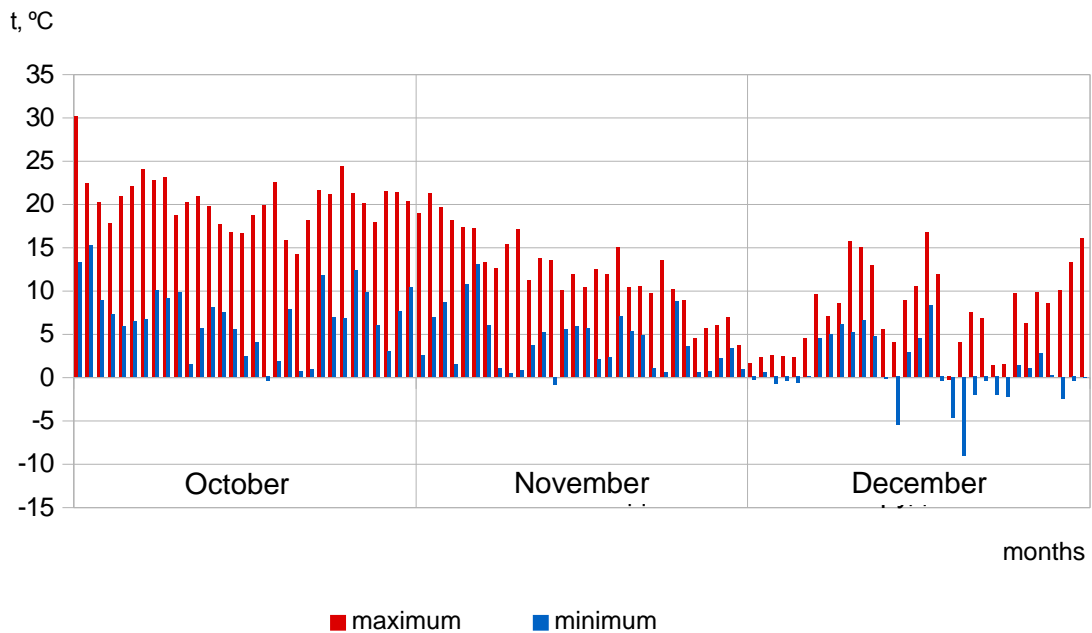
In October, the average monthly air temperature was  $13.3^{\circ}$ , which is  $1.4^{\circ}$  above the norm. The monthly amount of precipitation was 5.7 mm, or 15% of the long-term norm. The maximum air temperature rose to  $30.1^{\circ}$  warm, the minimum air temperature dropped to  $0.5^{\circ}$  frost.

In November, the average monthly air temperature was  $7.8^{\circ}$ , which is  $1.4^{\circ}$  above the norm. The monthly amount of precipitation was 14.3 mm, or 40% of the long-term norm. The maximum air temperature rose to  $21.2^{\circ}$  warm, the minimum air temperature dropped to  $0.9^{\circ}$  frost.

The autumn of 2022 was moderately warm and dry. The average seasonal air temperature was  $13.2^{\circ}\text{C}$ , which is  $1.1^{\circ}$  higher than the long-term norm. 42.8 mm of precipitation fell, which is 39% of the seasonal norm. The greatest precipitation deficit was observed in October.

In December, the average monthly air temperature was  $3.7^{\circ}$ , which is  $2.6^{\circ}$  above the norm. The monthly amount of precipitation was 23.2 mm, or 63% of the long-term norm. The maximum air temperature rose to  $16.7^{\circ}$  warm, the minimum air temperature dropped to  $9.1^{\circ}$  frost.





**Water levels.** In July and August, a decrease in water levels was observed in the Ukrainian part of the Danube. The minimums were approaching absolute minimums for this time of year. So according to Reni post, the average monthly water levels were 50 cm and 10 cm, respectively, which is 163 cm and 160 cm below the long-term average values, and the minimum water levels reached 15 cm and 6 cm, respectively.

In September, the water levels continued to decrease, and only in the second half of the third decade of the month did the water levels begin to rise. The average monthly water level in Reni post was 32 cm, which is 100 cm lower than the average long-term value.

In October, an increase in water levels was observed in the Ukrainian section of the Danube, which was caused by a rain flood that formed in the basins of the Sava and Drava rivers. On the Lower Danube, the rise in levels continued until the middle of the month. After that, the gradual decline of water levels began. The average monthly water level was 117 cm above the "0" point of Reni, which is 19 cm lower than the average long-term value. The maximum water level was 176 cm, the minimum was 40 cm.

In November, slight fluctuations in water levels were observed in the first and second decades. In the Ukrainian section of the Danube, as a result of lateral inflow from the Tisza and Sava, an increase in water levels was observed in the third decade. The average monthly water level was 51 cm above the "0" point of Reni, which is 104 cm lower than the average long-term value.

In December, in the first half of the month, slight fluctuations in water levels were noted. Then, in the second half of the month, water levels began to rise. The average monthly water level in Reni post was 217 cm, which is 16 cm higher than the long-term average value. The maximum water level was recorded at the end of the month and was 292 cm. This level turned out to be the maximum for 2022.

**Water and sediment runoff.** The year 2022 was characterized by extremely low water levels and was the driest in the last 30 years. The modular coefficient of the annual flow is equal to 0.67. The volume of water flow at the Danube section line (mile 54) was 138 cubic meters. km, which corresponds to an average annual consumption of 4370 cubic meters. m/s. The average monthly flow of water at the Danube culvert (mile 54) varied from 2,470 (August) to 6,150 (January) cubic meters m/s.

During the year, 66.5 cu. km of water (48.2% of the water flow of the Danube) with an average annual consumption of 2110 cubic meters. m/s.

The average annual water consumption of the Bystre arm was 846 cubic meters m/s. Thus, in 2022, 26.7 cubic km of water, or 19.3 % of the total inflow to the top of the delta at the Danube closing reach, was carried into the sea along the DWNF route through the Bystre arm (Table 1.1).

**Table 1.1.** Water flow (cubic km) for 2022

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сума	%
<b>river Danube, 54 Mile</b>													
16.5	10.7	12.8	13.9	14.3	11.9	8.33	6.62	7.34	11.3	8.11	16.1	138	100
<b>Danube river, Kiliyskyi arm, 20 km</b>													
7.93	5.13	6.29	6.53	6.96	5.83	4.20	3.29	3.50	5.54	3.86	7.53	66.5	48.2
<b>Danube river, Bistriyi arm</b>													
3.11	2.06	2.49	2.57	2.73	2.33	1.74	1.41	1.49	2.23	1.61	2.95	26.7	19.3

The average monthly flow of suspended sediments at the top of the Danube delta for 2022 varied from 9.1 kg/s in November to 1300 kg/s in December, and at the mouth of the Bystre arm from 1.2 kg/s to 220 kg/s.

In total, in 2022, 6.38 million tons of suspended sediments from the Danube entered the Black Sea, of which 2.90 million tons, or 45.5% of the total amount, passed through the arms of the sea Kiliya delta of the Danube (table. 1.2).

**Table 1.2.** Flow of suspended sediments (million tons) for 2022

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сума	%
<b>river Danube, 54 Mile</b>													
0.91	0.29	0.37	0.75	0.80	0.47	0.29	0.14	0.20	0.48	0.15	1.53	6.38	100
<b>Danube river, Kiliyskyi arm, 20 km</b>													
0.48	0.12	0.20	0.36	0.40	0.25	0.13	0.09	0.09	0.24	0.06	0.48	2.90	45.5
<b>Danube river, Bystre arm</b>													
0.15	0.05	0.08	0.15	0.16	0.10	0.06	0.04	0.04	0.10	0.02	0.19	1.14	17.9

**Hydrochemistry.** During sampling in the reporting period, the average values of water temperature in January - March were almost the same (approximately 4.0 °C). Subsequently, the average water temperature gradually increased to 26.8 °C, which was celebrated in August. Water cooling began in September and continued smoothly until December, when the average water temperature reached 7.50 °C. The absolute values of temperatures varied from 2.8 ° in February on 89.9 km and 80 km to 27.6 °C in August on the upper reaches of the river Danube.

Oxygen and carbon dioxide dissolved in water are the most dependent on water temperature. The average concentration of dissolved oxygen in the Danube water varied from 6.30 mg/dm<sup>3</sup> in August to 11.5 mg/dm<sup>3</sup> in January, reaching an average value of 9.00 mg/dm<sup>3</sup>, which is lower than the average long-term value by 0.23 mg/dm<sup>3</sup>. Absolute values of oxygen dissolved in water varied from 5.76 mg/dm<sup>3</sup> in August in the area of 89.9 km to 12.8 mg/dm<sup>3</sup> in April in the area of 115 km. The highest values of oxygen dissolved in water were recorded in the cold season, the lowest from June to September.

The average concentration of carbon dioxide in the Danube water varied from 1.79 mg/dm<sup>3</sup> in May to 5.65 mg/dm<sup>3</sup> in February, reaching an annual average value of 3.41

mg/dm<sup>3</sup>, which is by 0.31mg/dm<sup>3</sup> less than the long-term average. Absolute values of carbon dioxide concentration varied from 1.04 mg/dm<sup>3</sup> (October, 32 km) to 7.04 mg/dm<sup>3</sup> (February, 68 and 54 miles).

The concentration of many ingredients is influenced by the pH of the water. The pH value of the Danube water, as in previous periods of observation, was close to 8.00 pH units. The pH changes ranged from 7.50 in August (mile 71 and 68) to 8.40 pH units (October, 32 and 103 km), reaching an average value for the reporting period of 7.99 pH units.

The consumption of Danube water affects its transparency and the amount of suspended solids. The transparency of the Danube water varied from 4 in January in the water area of 20 km to 20 cm in November from 96 to 80 km, reaching an average value of 14 cm, which exceeds the long-term value by 3 cm.

The average concentration of suspended solids was the highest in January (59.8 mg/dm<sup>3</sup>). If we do not compare the average concentration of suspended solids obtained in March (reduced number of samples taken), the lowest average values of suspended solids were noted in February, March, September and November. The amount of suspended matter varied from 5.0 mg/dm<sup>3</sup> in April at 89 and 80 km, in September at 20 km and in November at 103-96 km up to 218 mg/dm<sup>3</sup> in January for 49 km. The average concentration of suspended solids in the reporting period was 28.9 mg/dm<sup>3</sup>, which is 2.7 times less than the average long-term value.

Organic substances in Danube water can react with potassium permanganate (substances that are easily oxidized) and with potassium dichromate (substances that are difficult to oxidize). Comparison of dichromate and permanganate oxidizability indicates the predominance of substances that are difficult to oxidize in Danube water. The average value of permanganate oxidizability was 1.75 mgO/dm<sup>3</sup> and was 1.3 mgO/dm<sup>3</sup> smaller than perennial. Average concentrations reached the highest values in January, October and December. The absolute values of permanganate oxidizability varied from 0.95 (June, 103-96 and 80 km) to 3.15 mgO/dm<sup>3</sup> (December, 49 km).

The average value of bichromate oxidation for the reporting period was 12.1 mgO/dm<sup>3</sup>, which is less than the long-term one by 4.9 mgO/dm<sup>3</sup>. The minimum value of bichromate oxidation (5.10 mgO/dm<sup>3</sup>) was noted in a water sample taken in April in the area of 70 km Danube, the maximum - above Vylkove in July (19.8 mgO/dm<sup>3</sup>). Compared to the average long-term values, the amount of organic substances in the Danube water decreased both in terms of permanganate and bichromate oxidizability.

The magnitude of BOC<sub>5</sub> is an indirect indicator of water pollution by substances of organic origin. Unfortunately, the reaction of microorganisms to water pollution can be different, and in this regard, even significant water pollution may not cause an increase in BOC<sub>5</sub>. In the reporting period, the value of BOC<sub>5</sub> varied from 1.02 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> to 6.91 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, reaching an average value of 2.32 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Minimal value was recorded in June and November in water samples taken in the water area of 32 km and 96 km, maximum - in May in the area of 89.9 km. In comparison with long-term values, an excess of values of BOC<sub>5</sub> was noted in the reporting period by 0.30 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

Of the biogenic elements in the reporting period, mineral compounds of nitrogen, phosphorus and total phosphorus were determined. The presence of silicon is also important for aquatic organisms. Among the mineral forms of nitrogen, ammonium, nitrite and nitrate

The average values of ammonium nitrogen concentration varied from 0.08 mg/dm<sup>3</sup> in May up to 0.14 mg/dm<sup>3</sup> in March, reaching an average value for the reporting period of 0.11 mg/dm<sup>3</sup>, which is less than the average long-term concentration by 0.01 mg/dm<sup>3</sup>. Minimum

value of ammonium nitrogen concentration ( $0.06 \text{ mg/dm}^3$ ) was found in September in water samples taken from 39 km to 20 km. In March, in a sample of water taken on Bystre arm (9.5 km), maximum concentration was found, which was  $0.32 \text{ mg/dm}^3$  (0.8 MPC).

Average concentrations of nitrite nitrogen varied from  $0.007 \text{ mg/dm}^3$  in October to  $0.049 \text{ mg/dm}^3$  in August. Amplitude of fluctuations in absolute concentration of nitrite nitrogen was  $0.005 \text{ mg/dm}^3 - 0.055 \text{ mg/dm}^3$  with an average value of  $0.017 \text{ mg/dm}^3$ . This value is  $0.006 \text{ mg/dm}^3$  lower than the average value of nitrite nitrogen over a long period. In 22% of the selected samples, reaching and exceeding the MPC for nitrite nitrogen was recorded.

The minimum concentration of nitrite nitrogen was noted in October at 32 km. The concentration of nitrite nitrogen reached its maximum value in August and was noted in a water sample taken in the water area of 39 km.

Changes in the average values of nitrogen concentration of nitrate were within  $0.69 \text{ mg/dm}^3$  in July - August up to  $1.64 \text{ mg/dm}^3$  in January. The average concentration for the reporting period was  $1.11 \text{ mg/dm}^3$  and was smaller compared to the average value for a long period. In general, when comparing the amount of nitrogenous compounds for the reporting period with the concentration over the long-term observation period, their decrease was found.

The average amount of mineral phosphorus compounds in the Danube water varied from  $0.033 \text{ mg/dm}^3$  in May to  $0.064 \text{ mg/dm}^3$  in December with an average value of  $0.050 \text{ mg/dm}^3$ . The average concentration of the reporting period was almost at the level of the average long-term concentration. The minimum concentration ( $0.029 \text{ mg/dm}^3$ ) was determined in May in water samples taken in the area of 89.9 and 80 km, the maximum - in March in the water area of Bystre arm (9.5 km). The absolute values of total phosphorus concentration in the reporting period varied from  $0.050 \text{ mg/dm}^3$  (June, 32 and 21 km) to  $0.143 \text{ mg/dm}^3$  (January, 115 km), reaching an average value of  $0.080 \text{ mg/dm}^3$ , which is less than the long-term value of  $0.040 \text{ mg/dm}^3$ .

The average concentration of silicon in the Danube water varied from  $1.78 \text{ mg/dm}^3 - 1.76 \text{ mg/dm}^3$  in June-July up to  $3.25 \text{ mg/dm}^3$  with an average value of  $2.31 \text{ mg/dm}^3$ , which is lower than the long-term concentration by  $0.10 \text{ mg/dm}^3$ . The minimum concentration was determined in a water sample taken at 80 km in July, the maximum - in the water area of Bystre arm (1.0 km) in January.

Danube water contains a significant amount of dissolved salts. Their number can be judged by the concentrations of the main ions, which together give information about the general mineralization of the water. When the water content of the Danube River decreases, the concentrations of the main ions increase. An increase in the concentration of the main ions is also observed when seawater enters the delta watercourses. The average values of the main ions in the reporting period exceeded the values of multi-year concentrations.

Minimum calcium and magnesium concentrations were recorded in September and July at 70 km and 71 mi, respectively. Maximum concentrations were noted in January at 80 km and 54 mi, respectively. The average concentration value for calcium was  $48.5 \text{ mg/dm}^3$  and magnesium  $12.6 \text{ mg/dm}^3$ .

The amount of alkali metals varied from  $14.4 \text{ mg/dm}^3$  in March in the water area of the hands. Fast (9.5 km) to  $51.8 \text{ mg/dm}^3$  in July in the area of 21 km with an average value of  $28.5 \text{ mg/dm}^3$ .

The concentration of sulfates varied from  $19.2 \text{ mg/dm}^3$  in January<sup>3</sup> in areas that included 54 miles - 80 km and 32 - 20 km and the Bystre arm (9.5 km) up to  $57.6 \text{ mg/dm}^3$  in July for 21 km. The average concentration of sulfates was  $34.0 \text{ mg/dm}^3$ .

Limit values of hydrocarbon concentrations were within 140 mg/dm<sup>3</sup> up to 229 mg/dm<sup>3</sup> and were recorded in June at 89.9 and 49 km and in April at 96 km, respectively. The average concentration for the reporting period was 172 mg/dm<sup>3</sup>.

Chloride concentration varied from 27.8 in May in the water area of 20 km and 21 km to 54.7 mg/dm<sup>3</sup> in July for 21 km. The average value of chloride concentration was 34.8 mg/dm<sup>3</sup> and was 1.5 mg/dm<sup>3</sup> more than the value of the multi-year value.

Polluting substances were determined in the Danube water: synthetic surfactants, oil products, phenols.

Concentration of synthetic surfactants in the water of the river Danube did not reach the maximum permissible values, varying from "not detected" to 0.05 mg/dm<sup>3</sup>. Minimum concentration was found in August at 71 miles, the maximum - in October at 20 km. Average concentration for the reporting period was 0.02 mg/dm<sup>3</sup> (0.1 MPC), which is twice the value of the long-term concentration.

During the reporting period, the concentration of phenols in Danube water varied from "not detected" in many places in the first quarter and April to 0.004 mg/dm<sup>3</sup> in many places in June-December. In 94% of the selected samples, the concentration of phenols exceeded the MPC value. The average value was 0.002 mg/dm<sup>3</sup> (2 MPC), which is twice the average long-term level of the concentration of phenols in the Danube water.

Concentrations of petroleum products varied from "not determined" to 0.05 mg/dm<sup>3</sup> (1 MPC). Minimum concentrations were recorded throughout the reporting period, excluding July, August, November and December in many places, the maximum - in water samples taken in April at 54 miles, 115 and 103 km. The average concentration of oil products in the reporting period was 0.01 mg/dm<sup>3</sup>, which is completely coincides with the long-term average.

Concentrations of hexavalent chromium varied from "not determined" to 0.009 mg/dm<sup>3</sup> (9 MPC). In 95% of the selected samples, the concentration of hexavalent chromium exceeded the MPC value. The minimum concentrations were found in April, June, August, November-December in many places, the maximum - in November in the water area of 39 km. The average concentration was 0.005 mg/dm<sup>3</sup> (5 MPC) and was lower than the long-term one by 0.001 mg/dm<sup>3</sup>.

The maximum, minimum, and average values of the ingredients, their location in 2022, and multi-year concentrations are given in Table 1.3.

**Table 1.3.** Maximum minimum, average values of ingredients and their locations in 2022

Ingredient, mg/dm <sup>3</sup>	Charac teristics	Value, mg/dm <sup>3</sup>	Month and place of detection	Long term concentration mg/dm <sup>3</sup>
Temperature, degr.	minimum	2.8	February, 89.9 and 80 km	14.6
	maximum	27.6	August, 71 and 68 miles	
	average	15.4		
Dissolved oxygen	minimum	5.76	August, 89.9 km	9.23
	maximum	12.8	April, 115 km	
	average	9.00		
Transparency, cm	minimum	4	January, 20 km	11
	maximum	20	November, 96 km - 80 km	
	average	14		
7.04 February, 68 mile 54 miles Carbon dioxide	minimum	1.04	October, 32 km	3.72
	average	3.41		

pH, units of pH	minimum	7.50	August, 71, 68 miles	
	maximum	8.40	October, 103, 32 km	
	average	7.99		7.98
Transparency, cm	minimum	4	January, 20 km	
	maximum	20	November, 96 km - 80 km	
	average	14		11
218 January, 49 km Suspended substances	minimum	5.0	April, 89 and 80 km September, 20 km November, 103 - 96 km	
maximum	average	28.9		77.6
Permanganate oxidizability	minimum	0.95	June, 103km - 96km, 80 km	
	maximum	3.15	December, 49 km	
	average	1.75		3.05
19.8 July, 21 km Bichromate oxidizability	minimum	5.10	April, 70 km	
maximum	average	12.1		17.0
BOC-5	minimum	1.02	June, 32 km November, 96 km	
	maximum	6.91	May, 89.9 km	
	average	2.32		2.02
Ammonium nitrogen	minimum	0.06	September, 39 - 20 km	
	maximum	0.32	March, arm Bystre (9.5 km)	
	average	0.11		0.12
Nitrite nitrogen	minimum	0.005	October, 32 km	
	maximum	0.055	August, 39 km	
	average	0.017		0.023
Nitrate nitrogen	minimum	0.62	July, 49 km	
	maximum	1.76	February, 49 km	
	average	1.11		1.21
Mineral phosphorus	minimum	0.029	May, 89.9 and 80 km	
	maximum	0.074	March, arm Bystre (9.5 km)	
	average	0.050		0.051
Phosphorus common	minimum	0.050	June, 32 and 21 km	
	maximum	0.143	January, 115 km	
	average	0.08		0.12
Silicon	minimum	1.29	July, 80 km	
	maximum	3.54	January, Bystre arm (1.0 km)	
	average	2.31		2.41
60.2 January, 80 km Calcium	minimum	38.1	September, 70 km October, 49 km	
maximum	average	48.5		51.0
Magnesium	minimum	9.00	July, 71 miles	

	maximum	19.5	January, 54th mile	
	average	12.6		15.0
Sodium potassium	minimum	14.4	March, arm Bystre (9.5 km)	
	maximum	51.8	July, 21 km	
	average	28.5		23.9
Sulfates	minimum	19.2	January, 54 mile-80 km, 32 km - 20 km, hands. Bystre arm (9.5 km)	
	maximum	57.6	July, 21 km	
	average	34.0		46.1
Hydrocarbons	minimum	140	June, 89.9 km, 49 km	
	maximum	229	April, 96 km	
	average	172		187
Chlorides	minimum	27.8	May, 21 and 20 km	
	maximum	54.7	July, 21 km	
	average	34.8		33.3
synthetic surfactants	minimum	0.00	August, 71	
	maximum	0.05	October, 20 km	
	average	0.02		0.01
Phenols	minimum	0.000	January 96, 80, 60, 20 km arm Bystre (9.5 and 1.0 km), February, 96, 80, 70 km, April, 103 and 96 km	
	maximum	0.004	June-December, in many places	
	average	0.002		0.001
Oil products	minimum	0.00	January-June, in many places, September - October	
	maximum	0.05	April, 54 miles, 115km, 103 km	
	average	0.01		0.01
Hexavalent chromium	minimum	0.000	April, 49km, June, 103km, 89.9km, May, 49 km August, 39 km November December in many places	
	maximum	0.009	November, 39 km	
	average	0.005		0.006

***Determination of the content of metals in surface waters and bottom sediments based on the results of expedition research (UKRNDIEP).***

According to the 2022 expedition research regulations, as part of the monitoring of metal content in river water, the content of iron, manganese, zinc, copper and nickel was determined.

The analysis of samples of surface water and bottom sediments, taken in the course of the works, was carried out by the laboratories of the analytical centre of the UKRNDIEP.



The quality of analytical work is checked in accordance with the requirements of the "Quality Manual", which was developed taking into account DSTU ISO/TR 10013, DSTU ISO/IES 17025:2017. When measuring, calibration samples are used, made from certified state standard samples of metal solutions (DSZU).

Samples were selected and analysed in accordance with the regulations for carrying out expeditions:

river water at 8 observation points.

Each sample was studied in three parallels. A total of 40 elemental determinations in water were performed to determine the content of iron, manganese, zinc, copper, and nickel (not including parallel ones).

**Methods of sampling and determination of metal content.** Sampling was carried out in accordance with the requirements of DSTU ISO 5667-6-2001, DSTU ISO 5667-12-2001, GOST 17.1.5.05, GOST 17.1.3.10.

Mixed samples of surface water, taken by a bathometer from different points and layers in the river bed and averaged, were studied. Discrete samples from separate layers and points along the cross-section of the structure were combined into one mixed sample. When taking water samples for the determination of metals, the samples were not filtered, the gross content of metals in the river water was determined.

Elemental determinations in surface water samples were performed by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma according to DSTU EN ISO 11885:2019 Water quality. Determination of selected elements by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-OES) (EN ISO 11885:2009, IDT; ISO 11885:2007, IDT).

The results of the determination of metals in the water of the Danube River and its estuary branches in the selected samples are shown in Table 1.4.

The content of metals in river water sampled during expedition research in December 2022 has the following values: The average gross iron content at the studied points was  $0.1815 \text{ mg/dm}^3$  (0.61 MPC p-cb). The highest value was recorded at observation points R10 (Kiliyskyi arm, 21 km, above Vylkove) –  $0.548 \text{ mg/dm}^3$ , the lowest value of the indicator is recorded in point R12 (Starostambulskyi arm 11 km) –  $0.0533 \text{ mg/dm}^3$  (0.17 MPC p.cb. / 0.5 MPC d.g.)

The average value of gross manganese content in the area was  $0.221 \text{ mg/dm}^3$  (0.2 MPC p-cb / 2.2 MPC d-g.). The highest value was recorded at observation point R10 (Kiliyskyi arm, 21 km, above Vylkove) – 0.47 MPC p-cb, the lowest value of the indicator is recorded in R12 (Starostambulskyi arm 11 km) -  $0.0064 \text{ mg/dm}^3$  (0.06 MPC p.cb. / 0.6 MPC d.g.).

The average value of gross zinc content in the area was  $0.0058 \text{ mg/dm}^3$  (0.006 MPC p-cb / 0.6 MPC d.g.). The highest value was recorded at observation point R15 (Starostambulskyi arm 4 km) –  $0.0111 \text{ mg/dm}^3$  (0.011 MPC p.cb. / 1.1 MPC d.g.). (Starostambulskyi arm 11 km) -  $0.0013 \text{ mg/dm}^3$  (0.001 MPC p.cb. / 0.1 MPC d.g.).

The content of gross copper at no point exceeded the MPC p-cb and was on average  $0.003 \text{ mg/dm}^3$ . The maximum value is recorded in item R13/1 Bystre arm 1 km) -  $0.0039 \text{ mg/dm}^3$  (0.004 MPC p-cb). Exceeding of MPC d.g. has not been recorded.

The content of gross nickel at no point exceeded the MPC p-cb and MPK d.g. and was on average  $0.0018 \text{ mg/dm}^3$  (0.018 MPC p-cb / 0.18 MPC d.g.). The maximum value



is recorded in point R10 (Kiliyskyi arm, 21 km, above Vylkove) and R13/0 Bystre arm 0 km) -  $0.0024 \text{ mg} / \text{dm}^3$  (0.024 MPC p-cb / 0.24 MPC d.g.).

**Table 1.4.** The content of heavy metals in the water of the Danube river in December 2022 according to expedition research

No. of item	No. of point	Sampling point	Elements under investigation and their content in mg/dm <sup>3</sup>					Sampling date
			Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
			Gross content	Gross content	Gross content	Gross content	Gross content	
1	R 10	Arm Kiliyskyi, 21 km, 1 km above Vylkove	0.548	0.047	0.0033	0.0036	0.0024	12.2022 mixed with point
2	R 11	Arm Ochakiv 17 km.	0.168	0.0204	0.007	0.0033	0.0019	12.2022 mixed with point
3	R 12	Arm Starostambulskyi 11 km	0.0533	0.0064	0.0013	0.0017	0.0013	12.2022 mixed with point
4	R15	Arm Starostambulskyi 4 km	0.0764	0.0142	0.0111	0.0026	0.0015	12.2022 mixed with point
5	R13/9	Arm Bystre 9 km	0.146	0.019	0.0048	0.0029	0.0016	12.2022 mixed with point
6	R 14	Arm Ochakiv 6 km.	0.111	0.0224	0.0046	0.0028	0.0016	12.2022 mixed with point
7	R13/1	Arm Bystre 1 km	0.213	0.0275	0.0048	0.0039	0.0018	12.2022 mixed with point
8	R13/0	Arm Bystre 0 km	0.136	0.0199	0.0093	0.0029	0.0024	12.2022 mixed with point
<b>Average content along the river section</b>			0.1815	0.0221	0.0058	0.0030	0.0018	
minimum			0.0500	0.0064	0.0013	0.0017	0.0013	
maximum			0.5480	0.0470	0.0111	0.0039	0.0024	
MPC k.cb. (for cultural and domestic and drinking water use)			0.3	0.1	1.0	1.0	0.1	
MPC d.g. (for fishery use)			0.1	0.01	0.01	0.005	0.01	

## 2. Hydrobiological studies

Research into the state of hydrobiological communities in the Ukrainian part of the Danube Delta was carried out by UKRNDIEP in the course of complex expeditionary research along the route of the navigation fairway Danube river - Black sea in mid-December 2022. (tab. 2.1).

**Table 2.1.** UKRNDIEP sampling points (December 2022)

No. of point	Code, name of the selection point	Distance from the mouth	Binding	Date	Types of samples
1	R10, 1 km above city Vylkove	21 km	left bank	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
2	R11, Ochakiv arm	17 km	left bank, middle	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
3	R14, Ochakiv arm	6 km	left bank, middle	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
4	R12, Starostambulskyi arm	11 km	left bank, middle	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
5	R15, Starostambulskyi arm	4 km	left bank, middle	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
6	R13/9, Bystre arm	9 km	left bank, middle	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
7	R13/1, Bystre arm	1 km	left bank, middle	14.12.22	hydrochemical, hydrobiological
8	R13/0, Bystre arm	0 km		14.12.22	hydrochemical, hydrobiological

Samples were taken for hydrobiological and hydrochemical studies, including the content of specific indicators of toxic action (heavy metals) in water and bottom sediments; water samples to assess its quality according to the level of toxicity. Water temperature, transparency (by Secchi disc) and dissolved oxygen were measured at each sampling point.

In total, 24 samples of water and bottom sediments were taken for biological and chemical analysis during the period of expeditionary research.

Sample selection and processing were carried out in accordance with standard hydrobiological methods.

Samples for the study of phytoplankton were taken from the surface layer of water in a container with a volume of 1 l. Zooplankton samples were taken by filtering 100 litres of water from the surface layer of the river through a plankton mesh with gas No. 70. Plankton samples were fixed with a 40% formalin solution. Bottom sediments were sampled with a scraper to determine the species composition of the macrozoobenthos.

### ***Phytoplankton research results.***

To study the phytoplankton of the Ukrainian part of the Danube, samples were taken in 8 reservoirs in mid-December 2022. In total, 8 algal samples were analysed, the selection and processing of which was carried out in accordance with standard hydrobiological methods [1-10].

During the analysis of 8 phytoplankton samples taken on December 14, 2022. in 8 sections of Danube (R10 - above Vylkove, R11 - Ochakiv arm 17 km, R14 - Ochakiv 6 km,

R12 - Starostambulskyi arm 11 km, R15 - Starostambulskyi arm 4 km, R13/9 - Bystre arm 9 km, R13/1 – Bystre arm 1 km, R13/0 – Bystre arm 0 km), 50 specific and intraspecific taxa from 8 divisions of algae were found (Appendix 4).

The floristic spectrum of phytoplankton of the studied areas of the river Danube was represented mainly by a diatom complex, characteristic of rheophilic river phytoplankton of the cold season, with a relatively low qualitative diversity and quantitative development.

The greatest species diversity of planktonic algae - 28 taxa (56% - slightly more than half of the total number of species) - was observed in the division Diatoms (Bacillariophyta). The maximum diversity was observed in the genera *Navicula* and *Nitzschia* (5 species each). The genera *Cyclotella* and *Gomphonema* were represented by 3 species and varieties each, *Achnanthes* and *Melosira* – 2 each.

The second place in terms of species diversity was occupied by representatives of the Chlorophyta division - 8 species (16% of the total number of species), among which the genera *Monoraphidium* (3 species) and *Scenedesmus* (2 species) were the most prominent. In other genera, only one species was recorded.

Other departments of phytoplankton of the studied creatures were represented by a much smaller number of species - from 1 to 3, which was from 2 to 6%, respectively.

In the Cyanophyta division, 3 species were registered, among which 2 species belonged to the genus *Microcystis*. Chrysophyta in this selection were also represented by 3 species, 2 of which belonged to the genus *Chrysococcus*. It should be noted that representatives of the genera *Microcystis* and *Chrysococcus* were found in all the studied organisms, in contrast to Euglenophyta, which were singled out in half of the studied organisms, although they were also represented by 3 species, among which 2 belonged to the genus *Trachelomonas*.

In the departments Cryptophyta and Xanthophyta, there were 2 species from the genera *Cryptomonas* and *Tribonema*, respectively. Filamentous yellow-green - *Tribonema minus* Hazen and *T. regulare* Pasch. were noted singly in 6 out of 8 studied creatures, and species of the genus *Cryptomonas* were also singly in 3 creatures.

In the division Dinophyta, only one species of *Peridinium cinctum* Ehr. was found, which was found singly only in the formation above Vylkove.

The number of species of planktonic algae in the studied bodies was approximately at the same level and ranged from 14 (Bystre arm 1 km) to 19 (Bystre arm 9 km and Starostambulskyi arm 4 km) (tab. 2.2). Above Vylkove is the upper part of the Ukrainian section of the river Danube - the number of phytoplankton species was equal to 18 species. In the branches, there was both a slight decrease in the number of species from the upstream reaches to the lower ones (from 17 to 15 in the Ochakiv arm), and an increase (from 15 to 19 in the Starostambulskyi arm), as well as fluctuations in the Bystre arm from 19 species in the 9 km branch up to 14 in the 1 km section line and further up to 16 in the 0 km section line. In all studied selection points, the first place in terms of species diversity in the section lines belonged to diatom algae, the number of which varied from 5 to 11 species, and the number of representatives of other phytoplankton divisions - from 1 to 4 species.

7 types of algae were found in all the studied section lines: *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk. and *M. pulverea* (Wood) Forti em. Elenk. (blue-green), *Chrysococcus rufescens* Klebs and *Chrysococcus biporus* Skuja (golden), *Cyclotella glomerata* Bachmann and *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (diatom), *Sphaerocystis planktonica* (Korsch.) Bourr. (green).

Most of the detected species belonged to freshwater and brackish water. In addition to typical plankton, benthic forms (*Surirella ovata* Kütz., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., large-cell representatives of the genus *Cyclotella* and some others).

Shannon's indexes of species diversity between the studied creatures varied within noticeable limits (Table. 2.3): calculated based on the number of planktonic algae - from 1.27 bits/spec. Bystre arm 0 km) to 1.51 bit/spec. Ochakiv arm 17 km) and up to 1.5 Starostambulskyi arm 4 km), and calculated by biomass - from 2.55 bit/mg Bystre arm 9 km) to 3.2 bit/mg Ochakiv arm 17 km). Thus, in the creation of Ochakiv arm 17 km recorded the maximum Shannon indices, calculated according to both indicators.

In all sampling points, the Shannon index, calculated by number, was lower compared to that calculated by biomass, which indicates a more or less equal contribution of species to the formation of the qualitative and quantitative composition of algal flora. At the same time, the correlation between the values of the Shannon index and the number of species in the stands was not always observed in the dynamics between the stands, which indicates fluctuations in the number of small-celled and large-celled algae species.

In the studied area of the Ukrainian part of the Danube Delta in December 2022, a relatively low quantitative development of phytoplankton was noted with a noticeable fluctuation in numbers - from 15.65 million cl/dm<sup>3</sup> (Bystre arm 1 km) up to 28.72 million cells/dm<sup>3</sup> (Ochakiv arm 17 km) - and a more homogeneous development of biomass - from 0.64 mg/dm<sup>3</sup> (Bystre arm 1 km) up to 1.07 mg/dm<sup>3</sup> (Starostambulskyi arm 11 km). It should be noted that the minimum indicators of the quantitative development of planktonic algae were noted in the Bystre arm 1 km.

A correlation was observed in the dynamics of the number and biomass of phytoplankton between the studied creatures (Table. 2.3). In the upper reach of the river Danube section line (above Vylkove) fairly high quantitative indicators were noted: population of 24.49 million cell/dm<sup>3</sup>, biomass 0.91 mg/dm<sup>3</sup>. In the Ochakiv arm 17 km, a lower development of planktonic algae was noted (number of 20.12 million cells/dm<sup>3</sup>, biomass 0.68 mg/dm<sup>3</sup>), which grew in a 6 km radius to values of 28.72 million cell/dm<sup>3</sup> and 0.85 mg/dm<sup>3</sup> in accordance. In the upper reaches of the Starostambulskyi arm (the number of 25.61 million cells/dm<sup>3</sup>, biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>) and Bystre arm (number of 25.28 million cell/dm<sup>3</sup>, biomass 0.96 mg/dm<sup>3</sup>) the quantitative indicators of phytoplankton were at almost the same level - slightly higher compared to the section line above Vylkove, and decreased in the section lines located downstream. In the section line of Bystre arm 0 km (number of 25.73 million cell/dm<sup>3</sup>, biomass 0.98 mg/dm<sup>3</sup>) the development of planktonic algae increased again to approximately the level observed in Bystre 9 km.

**Table 2.2.** The number of species, units, and phytoplankton in the investigated bodies of the river Danube. December 2022.

No of ite m	Taxa	above Vylkove	arm Ochakiv 17 km	arm Ochakiv 6 km	arm Starostamb. 11 km	arm Starostamb. 4 km	arm Bystre arm 9 km	arm Bystre arm 1 km	arm Bystre 0 km
1	Cyanophyta – Blue-green	2	2	2	2	2	3	2	3
2	Dinoptyta - Dinophytes	1	–	–	–	–	–	–	–
3	Cryptophyta – Cryptophytes	1	–	–	2	–	–	1	–
4	Chrysophyta – Golden	2	2	2	2	2	2	2	3
5	Xanthophyta – Yellow-green	2	1	–	–	1	–	1	1
6	Bacillariophyta – Diatoms	7	7	9	7	11	11	7	5
7	Euglenophyta – Euglenov	1	1	1	–	–	2	–	–
8	Chlorophyta – green	2	4	1	2	3	1	1	4
	<b>OVERALL</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>16</b>

The total number of planktonic algae was determined mainly by the development of representatives of the blue-green division, which varied within 14.08 million cells/dm<sup>3</sup> (Bystre arm 1 km) - 25.98 million cells / dm<sup>3</sup> (Ochakiv 6 km). In all section lines dominated small-cell species *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em Elenk., which with a significant number has a not very significant biomass. Smaller but noticeable, abundance values reached *Microcystis aeruginosa* Kütz em. Elenk., which dominated by biomass in almost all section lines. Filamentous type of *Oscillatoria limnetica* Lemm. It was found singly only in 2 section lines of the Bystre arm.

As in the selections of previous years, in general, the number of blue-greens significantly prevailed in all studied creatures. A noticeable, but less significant, role in the total number was played by diatoms - thanks to a significant species diversity, as well as green, golden and yellow-green - respectively, at the expense of single-celled species of small sizes *Sphaerocystis planktonica* (Korsch.) Bourr., *Chrysococcus rufescens* Klebs and filamentous species of the genus *Tribonema*.

According to the Methodology for ecological assessment of the quality of surface waters [5], in terms of phytoplankton biomass, the studied areas corresponded to:

- II class, 3 categories: "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution, β'-mesosaprobe zone (biomass 1.1 - 2.0 mg/dm<sup>3</sup>) – in the Starostambulskyi arm 11 km (biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>, which was near the lower – cleaner – boundary of this category of water quality);
- II class, 2 categories: "very good" in terms of water quality, "clean" in terms of purity/pollution, α-oligosaprobic zone (biomass 0.5 - 1.0 mg/dm<sup>3</sup>) – in all other 7 out of 8 studied section lines (table. 2.3).

In general, the low development of phytoplankton biomass is typical for this cold winter season.

In general, the growth of phytoplankton biomass in the 6 investigated section lines was dominated by blue-greens - mainly due to the species *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk., which dominated almost all creations, except Bystre arm 0 km, where diatoms took first place thanks to large-celled representatives of the species *Stephanodiscus hantzschii* Grun. and *Cyclotella kuetzingiana* Thw. In Ochakiv arm 6 km was also dominated by diatoms in terms of biomass, but with a less noticeable difference and mainly due to the species *Stephanodiscus hantzschii* and *Cyclotella glomerata* Bachmann.

In two habitats, where diatoms dominated the development of biomass, blue-green algae took second place, in general, the biomass of this division was in the range of 0.263 - 0.53 mg/dm<sup>3</sup>.

Diatoms took second place in 5 section lines, and Ochakiv arm 17 km – the third, the biomass of this section ranged from 0.142 to 0.59 mg/dm<sup>3</sup>.

Representatives of the Green department in half of the section lines were in 3rd place, in one section line, as noted above, they reached 2, in others - less significant development. Among the greens, the most noticeable quantitative indicators reached species *Sphaerocystis planktonica* (Korsch.) Bourr., which was found in all works, others were noted singly in individual works.

In terms of biomass, goldenrod took third place in the two investigated species, in most of the others it took fourth place, due to the species *Chrysococcus rufescens* Klebs., in some cases - also due to the noticeable development of the species *Chrysococcus biporus* Skuja.

A low development of phytoplankton biomass was observed among representatives of the Euglenovy, Zhovtozelena, Kryptophytovy divisions, which were found singly in

some studied creatures. Dinophytes were represented by only one species of *Peridinium cinctum* Ehr., which was found in small quantities only in the formation above Vylkove.

*Microcystis aeruginosa* Kütz was included in the leading complex of phytoplankton species in most of the studied organisms. em. Elenk. (blue-green), *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Cyclotella kuetzingiana* Thw. (diatom), *Chrysococcus rufescens* Klebs (golden), *Sphaerocystis planktonica* (Korsch.) Bourr. (green). *Microcystis pulverea* (Wood) Forti em reached significant biomass values in individual plots. Elenk. (blue-green), *Cyclotella glomerata* Bachmann, *Surirella ovata* Kütz. (diatom), *Tetrastrum glabrum* (Roll) Ahlstr. and Tiff. (green) and some others.

According to the characteristics of water "blooming" levels [6], the obtained values of phytoplankton biomass corresponded to:

- II degree of bloom (weak - "ecologically harmless concentrations that cause some deterioration of water quality", algae biomass in the range of 1–4 mg/dm<sup>3</sup>) - in Starostambulskyi arm 11 km (biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>, which was near the lower – cleaner – boundary of this degree of water bloom);
- I degree of water bloom (initial – "ecologically harmless concentrations", algae biomass less than 1 mg/dm<sup>3</sup>) in all other 7 researched section lines.

It should be noted that the development of the biomass of representatives of individual divisions of phytoplankton in all section lines did not exceed 1 mg/dm<sup>3</sup> and corresponded to the 1st degree of water bloom, which is generally characteristic of the cool winter season.

During the analysis of algal material, 31 saprobity indicator species (62% of the total number of species – 50) were identified, determined by standard hydrobiological methods [3, 7 – 9]. Half of these algae were indicators of the  $\beta$ -mesosaprobe zone ("moderately polluted waters") - 16 species, indicator species of other zones - as cleaner ones - also played a significant role: o (oligosaprobic zone, "pure") - 1 species; transition zones: x-o (between x – xenosaprobe zone, "very clean" and oligosaprobe) – 1 species, x- $\beta$  – 2 species, o- $\beta$  – 5 species, as well as more polluted:  $\alpha$ -mesosaprobe zone ("contaminated") - 3 types, transitional: b-a – 2 spec., a-b – 1 spec.

The total number of species characteristic of cleaner waters (9 species) was 3 species higher compared to the number of indicator species of more polluted waters (6 species). A positive sign was also the absence in this selection of representatives of the p- $\alpha$  -saprobic zone (transitional from the polysaprobic zone ("dirty") to the  $\alpha$ -mesosaprobic zone ("polluted")) from the Euglenovi division, which were found singly in separate seasons of previous years, which indicates a certain reduction in pollution.

Saprobability index, calculated by the method of Pantle and Bukka [7 – 9], among the samples taken in December 2022, was at almost the same level and ranged from 1.62 (Ochakiv arm 6 km, Bystre arm 1 and 0 km) to 1.65 (Starostambulskyi arm 11 and 4 km) (tab. 2.3).

According to the Methodology of ecological assessment of surface water quality [5], according to the values of the saprobic index, the water quality in all the studied bodies was within the  $\beta'$ -mesosaprobic zone and corresponded to the II class of surface water quality, category 3 (saprobic index values of 1.6 – 2, 0): "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of clean/polluted.



**Table 2.3.** Number, million cells/dm<sup>3</sup>, and biomass, mg/dm<sup>3</sup>, phytoplankton, saprobity index according to Pantle-Buck and the species diversity index according to Shannon of the studied area of the river Danube. December 2022

No of ite m	Taxa	above Vylkove		arm Ochakiv 17 km		arm Ochakiv 6 km		arm Starostamb. 11 km		arm Starostamb. 4 km		arm Bystre arm 9 km		arm Bystre arm 1 km		arm Bystre arm 0 km	
		C	P	C	P	C	P	C	C	C	P	C	P	C	P	C	P
1	Cyanophyta - Blue-green	22.72	0.424	17.88	0.263	25.98	0.3	23.62	0.466	19.46	0.437	23.6	0.53	14.08	0.263	23.67	0.288
2	Dinoptyta - Dinophytes	0.01	0.042	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Cryptophyta - Cryptophytes	0.16	0.065	–	–	–	–	0.034	0.013	–	–	–	–	0.04	0.009	–	–
4	Chrysophyta – Golden	0.5	0.046	0.442	0.034	1.176	0.086	0.576	0.063	0.8	0.052	0.67	0.06	0.99	0.105	0.9	0.046
5	Xanthophyta – Yellow-green	0.09	0.043	0.033	0.044	–	–	–	–	0.032	0.008	–	–	0.022	0.013	0.028	0.006
6	Bacillariophyta – Diatoms	0.85	0.244	0.318	0.142	0.78	0.32	0.37	0.42	0.435	0.29	0.877	0.33	0.44	0.238	0.8	0.59
7	Euglenophyta - Euglenaceae	0.04	0.014	0.013	0.007	0.006	0.017	–	–	–	–	0.015	0.023	–	–	–	–
8	Chlorophyta – Greens	0.12	0.027	1.43	0.186	0.78	0.125	1.006	0.103	0.56	0.09	0.12	0.014	0.08	0.012	0.33	0.054
	<b>OVERALL</b>	<b>24.49</b>	<b>0.91</b>	<b>20.12</b>	<b>0.68</b>	<b>28.72</b>	<b>0.85</b>	<b>25.61</b>	<b>1.07</b>	<b>21.29</b>	<b>0.88</b>	<b>25.28</b>	<b>0.96</b>	<b>15.65</b>	<b>0.64</b>	<b>25.73</b>	<b>0.98</b>
	Testability index	1.64		1.63		1.62		1.65		1.65		1.63		1.62		1.62	
	Shannon's index according to the number of phytoplankton, bits/ex	1.41		1.51		1.27		1.43		1.5		1.39		1.42		1.27	
	Shannon's index for phytoplankton biomass, bit/mg	2.98		3.2		2.74		2.83		2.65		2.55		2.86		2.83	

It should be noted that the maximum value of the saprobity index (1.65) was registered in both branches of the Starostambulskyi arm, in the Ochakiv and Bystre arms the saprobity index was at the level of 1.62 - 1.63, and above Vylkove it was equal to 1.64.

It should be noted that in December 2022, the saprobity zone, class and category of water quality, determined in accordance with the Methodology for ecological assessment of surface water quality [5] by saprobity index and phytoplankton biomass, coincided only for section line of Starostambulskyi arm 11 km (biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>) and corresponded to II class, 3 categories: "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution,  $\beta'$ -mesosaprobe zone.

The water of all other researched creatures in terms of planktonic algae biomass corresponded to the next - cleaner compared to that determined by the saprobicity index - category of water quality: 2 categories of II class: "very good" in terms of water quality, "clean" in terms of purity/pollution,  $\alpha$ -oligosaprobic zone (biomass 0.5 - 1.0 mg/dm<sup>3</sup>), which is explained by the low development of phytoplankton biomass in cool seasons.

This shows the importance of taking into account both water quality criteria.

Thus, in December 2022, the floristic spectrum of phytoplankton of 8 studied bodies of the Ukrainian part of the river Danube was represented mainly by the diatom complex, characteristic of rheophilic river phytoplankton of the cold season, and by a relatively low species diversity – 50 species, among which diatoms comprised 28 taxa, green 8, other divisions – from 1 to 3. The number of species of planktonic algae in the studied bodies varied from 14 to 19. A noticeable fluctuation in the quantitative development of phytoplankton in terms of number (15.65 - 28.72 million kl/dm<sup>3</sup>) and less pronounced in terms of biomass (0.64 - 1.07 mg/dm<sup>3</sup>). The number of phytoplankton was determined mainly by blue-green algae, the biomass by blue-green and diatoms, and green and golden algae reached significant values in some areas.

The saprobity index, calculated according to the method of Pantle and Bukka [7 – 9], was at the level of 1.62 – 1.65, therefore, the water quality in all the investigated bodies according to the Methodology for ecological assessment of the quality of surface waters [5] corresponded to the II class of water quality, 3 categories (saprobity index value 1.6 – 2.0): "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution,  $\beta'$ -mesosaprobe zone. At the same time, according to the biomass of phytoplankton, only one section line belonged to this category of water quality - Starostambulskyi arm 11 km (biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>), and all the others - to the neighboring, cleaner, 2 category II class: "very good" in terms of water quality, "clean" in terms of purity/pollution,  $\alpha$ -oligosaprobic zone (biomass 0.5 - 1.0 mg/dm<sup>3</sup>), which is explained by the low development of phytoplankton biomass in cool seasons.

In general, the quantitative and qualitative composition of the phytoplankton of the considered creatures in December 2022 corresponded to the cool winter season and the type of the investigated reservoirs.

### ***Assessment of water quality by toxicity level.***

According to the "Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories", 1998, according to the criteria of the content and biological action of specific substances, the classification of surface water quality includes three specialized classifications, namely:

- ecological classification based on the criteria of the content of specific toxic substances;
- ecological classification by level of toxicity;
- environmental classification according to the criteria of specific indicators of radiation action.

Below are the results of determining the toxicity levels of surface water in December 2022, which were selected in 8 section lines of the river Danube. Levels of chronic water toxicity were determined in water samples using the biotesting technique.

Pollution of water bodies with toxic substances can cause a chronic effect of water on aquatic organisms, which manifests itself in the disruption of their vital activity and the deterioration of the self-cleaning ability of water bodies and their ecological state. In this regard, the norm of the maximum permissible level of toxicity of surface waters, which prevents disruption of the life processes of aquatic organisms, is the absence of chronic toxicity

Chronic toxicity of water was determined using biotesting methods on crustaceans *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.

The biotesting technique for determining the chronic toxicity of water is based on establishing the difference between the survival and/or fecundity of *Ceriodaphnia* in the water being analyzed (test) and in the water in which *Ceriodaphnia* are kept (control).

The level of chronic toxicity was expressed in conditional units of chronic toxicity ( $OT_x$ ) by establishing the minimum dilution factor at which chronic water toxicity was not detected.

A qualitative assessment of the levels of chronic water toxicity was carried out according to the classification scale given in Table 2.4.

**Table 2.4.** Classification of water quality according to levels of chronic toxicity

Class of water quality	Degree of pollution	Level of chronic toxicity, $UT_{ch}$
I	clean	1.0
II	slightly polluted	1.1-2.0
III	moderately polluted	2.1-4.0
IV	dirty	4.1-8.0
V	very dirty	more than 8.0

To quantitatively assess the chronic toxicity of water samples, the lowest dilution of water at which no chronic toxic effect is detected was established.

In December 2022, among 8 water samples, 2 showed chronic toxicity. Two water samples, which had a chronic toxic effect on the test objects - ceriodaphnia, according to the toxicological indicator, did not meet the established standard [13].

Two samples of water ( Bystre arm 9 km, Starostambulskyi arm 4 km) is assigned to the 2nd quality class, such waters are slightly polluted. According to the results of biotesting, 6

water samples were assigned to the 1st quality class according to the degree of pollution - clean water (river Danube above Vylkove 1 km; Starostambulskyi arm 11 km, Bystre arm 1 km, 0km; Ochakiv arm 17 km, 6 km).

### **Results of expedition research of the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine (IHB).**

During 12/16–12/21, 2022, expeditionary research was carried out in the Kiliya Danube Delta, the DWNF route was surveyed along the Solomoniv, Kiliyskyi, Starostambulskyi arms, as well as the adjacent section of the Ochakiv arm. Algal flora (20 samples), benthic invertebrates (15 samples), and bacterioplankton (10 samples) were selected according to standard hydrobiological methods, taking into account the recommendations of the EU Water Framework Directive. Together with the selection of hydrobiological samples, measurements of physical and chemical parameters were performed: depth, transparency, temperature, pH, electrical conductivity, salinity, concentration and saturation of water with oxygen - a total of 70 measurements.

In the course of expedition research, a number of hydrochemical and hydrophysical parameters of the water environment were measured:

1) water temperature, pH, mineralization, eH - with a HI98130 pocket pH meter/conductometer/ TDS meter.

2) the concentration of dissolved oxygen in water and the percentage of its oxygen saturation with an AZ-86021 oximeter.

The selection of hydrobiological material was carried out according to the following methods:

samples bacterioplankton was collected from the surface layer of pure water into sterile tubes with a volume of 20 ml. At each station, 2 replicates of bacterioplankton were sampled. Subsequently, the laboratory carried out the process of sample preparation to determine the following indicators:

- the number of eutrophic bacteria in water — counting colonies grown on a nutrient medium, namely ribo-peptone agar, at a temperature of 22°C;
- the number of oligotrophic bacteria in water is the count of colonies grown on a nutrient medium, i.e. starvation agar, at a temperature of 22°C;
- the number of sanitary-indicative microorganisms in water incubated on DriFilter nutrient media substrates;
- the number of bacterioplankton is the number of bacteria in water, determined *in situ*;
- the number of cells with a damaged cytoplasmic membrane (dead cells) is determined *in situ*.

samples of phytoplankton was taken from the surface layer of water separately in clear water and in thickets of higher aquatic plants in measuring bottles with a volume of 0.5 l. samples of microphytobenthos clear water and thickets were sampled in shallow water (up to 0.7 m) using a MB-TE microbentometer. 4 algal samples (2 each of phytoplankton and microphytobenthos) were taken from each station. The material was fixed with a 40% formaldehyde solution and delivered to the laboratory for further settling and processing.

Benthic invertebrate samples were taken from bottom substrates in clear water and in thickets of macrophytes using samplers (Petersen bottom scoop (small model), biocenometer and net), depending on the depth and type of bottom sediments. Manual collection and a hydrobiological net were used to sample the phytophyllous fauna. 3 benthic invertebrate samples (2 benthic and 1 phytophilic fauna) were taken from each site. All

samples were fixed with a 40% formaldehyde solution and delivered to the laboratory for further processing.

In connection with the winter season, suppressed development of higher aquatic vegetation, which in the areas was mainly represented by common reed, the study of aquatic macrophytes and young fish was not conducted.

In total, 10 samples of bacterioplankton, 10 samples of phytoplankton, 10 samples of microphytobenthos and 15 samples of benthic invertebrates were collected.

The results of hydrophysical and hydrochemical measurements obtained during expeditionary research are summarized in Table 2.5.

**Table 2.5.** Hydrophysical and hydrochemical parameters of the water environment of the monitoring stations in December 2022.

No.	Name of the station	Biotope	Environment options						
			depth, m	t, °C	pH, from	eH, mS	salinity, %	O <sub>2</sub> , mg/l	O <sub>2</sub> , %
1	arm Solomoniv	pure breeder	0.70	4.80	8.32	0.35	0.18	10.50	80.30
		thickets	0.70	5.20	8.29	0.35	0.18	11.20	87.60
		average	0.70	5.00	8.31	0.35	0.18	10.85	83.95
2	arm Kiliyskyi, above the naval station	pure breeder	0.70	4.50	8.10	0.73	0.38	11.30	87.90
		thickets	0.70	4.20	8.10	0.50	0.25	11.40	87.40
		average	0.70	4.35	8.10	0.62	0.32	11.35	87.65
3	arm Starostambulskyi, source	pure breeder	1.00	4.10	8.19	0.42	0.23	11.40	87.20
		thickets	1.00	3.90	8.27	0.44	0.22	11.80	90.90
		average	1.00	4.00	8.23	0.43	0.23	11.60	89.05
4	arm Kiliyskyi, below the naval station	pure breeder	0.50	5.10	8.28	0.36	0.18	11.40	89.40
		thickets	0.50	4.90	8.24	0.36	0.18	11.50	90.30
		average	0.50	5.00	8.26	0.36	0.18	11.45	89.85
5	arm Ochakiv, source	pure breeder	0.50	5.40	8.30	0.36	0.18	11.80	92.80
		thickets	0.50	4.40	8.36	0.36	0.18	11.80	91.10
		average	0.50	4.90	8.33	0.36	0.18	11.80	91.95

In connection with the monitoring works on the coastal areas, the depth in the thickets of macrophytes and in clear water at all stations was the same and generally varied from 0.5 m to 1.0 m.

The water temperature in clear water varied from 4.10 to 5.40°C, and in thickets - from 3.90 to 5.20°C, in all areas except the Solomoniv arm, the water temperature in thickets was lower than in clear water. The minimum values of average temperatures were the lowest at the outlet of the Starostambulskyi arm, and the highest - in the Solomoniv branch and in the Kiliyskyi arm below the marine station.

The pH values varied slightly (8.10–8.32 in clear water and 8.10–8.36 in thickets) and generally corresponded to slightly alkaline waters. In the Solomoniv arm and in the Kiliyskyi arm below the marine station, the pH indicators in clear water were higher than in

the thickets, in the Starostambulskyi and Ochakiv arms, the opposite picture was observed, and in the section of the Kiliyskyi arm above the marine station, the pH indicators were the same in both biotopes. The average pH values were the lowest in the last section, and the highest in the Ochakiv arm.

Electrical conductivity varied between 0.35–0.73 mS in clear water and 0.35–0.50 mS in thickets. The average values of the indicator were the highest in the section of the Kiliya arm above the marine terminal, and the lowest in the Solomoniv arm. In most areas in the thickets and in clear water, the eN indicators were the same, a slight difference was observed in the Starostambulskyi arm and in the section of the Kiliyskyi arm above the sea station.

The salinity of the waters of the monitoring stations did not exceed the limits of the hypohaline zone, the maximum values of this indicator both in thickets and in clear water were registered in the Kiliyskyi arm above the sea station.

Concentration of O<sub>2</sub> in water varied between 10.50–11.80 mg/l in clear water and 11.20–11.80 mg/l in thickets, which corresponded to 80.30–92.80 and 87.40–91.10 % water saturation O<sub>2</sub> in accordance. In the thickets of most areas, these indicators were higher than in clear water, and only in the Ochakiv arm - the concentration of O<sub>2</sub> - the same, and the saturation in pure water is higher. The last section was characterized by the maximum values of both indicators, and the lowest values were registered in the Solomoniv arm.

St. 1. Solomoniv arm. The studied area is located on the right bank of the arm, above Vylkove and lower confluence with the Danube of the Danube-Sasyk canal. The width of the arm is 280 m. The coastal areas of the water area are shallow, the depth along the fairway is up to 5.0 m. The shore forms one terrace and passes into thickets of willows, or farm plots. In winter, the current in the sleeve was almost absent. In general, the Solomoniv arm is distinguished by unevenly overgrown coastal areas. Macrophytes are represented by last year's reeds, which form curtains up to 4.0 meters wide and 5.0–10.0 m long. Between the curtains, there are areas without reeds, periodically shaded by willow. The absence of reeds is also probably related to its removal by man to create open fishing spots from the shore.

St. 2. Kiliyskyi arm, above the naval station. The plot is located on the right bank within the city limits. Vylkove is characterized by a significant anthropogenic load in connection with the presence of a significant number of grain ships that have a temporary stop in the water areas of the Kiliya arm from the marine terminal upstream. The width of the river at the location of the site is 640 m, the depth varies from 0.5 to 6.0 m. The shores have been changed by man, strengthened with wooden logs, a significant number of fishing outposts have been built, mooring pipes are located in the water at a distance of 5 meters from the shore. Depths in the area vary from 0.5 to 5.0–6.0 m, the current during the research period was weak. Vegetation is represented by curtains of reeds, up to 5.0 m wide and 3.0–4.0 m long, and occasionally in shallow water there are strips of dead urchin's head.

St. 3. Starostambulskyi arm, source. The plot is located on the right bank of the arm outside the borders of the settlements. The width of the river at this place is 560 m, the depth varies from 0.5 m to 6.0 m. The shores are natural, overgrown, turning into smooth ones, the average depth in the coastal zone is 0.7 m, and on the fairway - up to 6.0 m. The current in winter is weak. Aquatic vegetation is represented by dying common reeds, which form wide thickets (up to 5.0 m from the shore), which are sporadically intersected by fishing piers for approaches to fishermen's houses.

St. 4. Kiliyskyi arm, below the naval station. The plot is located on the right bank of the arm within Vylkove. The width of the river at this place is 830 m, the depth varies from

0.5 m in the coastal part to 6.0 m closer to the fairway. Private residential buildings stretch along the coastal zone, the shores are periodically reinforced with wooden logs, along the entire area there are piers and private moorings at a distance of 10.0–15.0 m from each other. The shores are mostly overgrown with willows, in the water between individual outcrops there are curtains of common reed up to 4.0–5.0 m wide.

St. 5. Ochakiv arm, source. The site is located on the right bank of the arm below Vylkove. The width of the river in this place is 120 m, the depth varies from 0.5 to 1.0 m. The coast is gentle, natural, becomes smooth. Thickets of air-aquatic plants stretch along the shore - common reed, broad-leaved cattail, and a straight hedgehog's head. The width of these thickets is 3.0–4.0 meters, in front of them on the bottom of the river there are spots of the spiked waterfinch, the size of which cannot be determined due to the low transparency of the water.

Preliminary results of *microbiological research* are given in table 2.6.

**Table 2.6.** Characterization of water samples from the sections of the river Danube in December 2022 according to the results of a microbiological study

Station / Index	No. 1, Solomoniv arm	No. 2, Kiliyskyi arm, above the naval station	No. 3, Kiliyskyi arm, below the naval station	No. 4, Starostambulskyi arm, source	No. 5, Ochakiv arm, source
Number of eutrophic bacteria, thousands of cells/cm <sup>3</sup>	64.8	72.8	90.6	150.0	283.2
Surface water quality according to the number of eutrophic bacteria*	IV class 6th category dirty	IV class 6th category dirty	IV class 6th category dirty	V class 7 category very dirty	V class 7 category very dirty
The number of oligotrophic bacteria thousand cells/cm <sup>3</sup>	70.2	111.0	89.4	74.4	65.6
Ratio of eutrophic to oligotrophic bacteria	0.9	0.7	1.0	2.0	4.3
<i>Escherichia coli</i> , CFU/100 cm <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
<i>Klebsiella</i> spp., CFU/100 cm <sup>3</sup>	6600	1200	900	200	2500
Other intestinal Gr- negative bacteria, CFU/100 cm <sup>3</sup>	9800	5100	8200	6400	2700
<i>Enterococcus faecalis</i> CFU/100 cm <sup>3</sup>	30300	38700	53900	54500	2200
<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>St. epidermis</i> CFU/100 cm <sup>3</sup>	300	300	900	200	300
<i>Salmonella</i> spp., KOU/100 cm <sup>3</sup>	0	0	0	0	0

Ancestry: \* – according to Romanenko V.D. Methodology for establishing and using ecological standards of surface water quality of land and estuaries of Ukraine / V.D. Romanenko, V.M. Zhukinskyi, O.P. Oksiyuk. – K.: Ministry of Natural Resources of Ukraine, 2001. – 48 p.

The number of eutrophic bacteria varied from 64.8 to 283.2 thousand cells/cm<sup>3</sup>, which corresponded to the IV quality class (dirty waters) in the Solomoniv and Kiliyskiy arms, and to the V quality class (very dirty waters) in the Starostambulskyi and Ochakiv arms [Romanenko et al., 2001].

The number of oligotrophic bacteria varied between 65.6 and 111.0 thousand cells/cm<sup>3</sup> and the highest was in the Kiliyskiy arm above the naval station. This area was characterized by the lowest indicator of the ratio of eutrophic and oligotrophic bacteria, and the maximum indicator was in the Ochakiv arm.

Among pathogenic microorganisms *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. not detected in the samples. Number of *Klebsiella* spp. and other intestinal Gram-negative bacteria was the highest in the Solomoniv arm, *Enterococcus faecalis* - in the Starostambulskyi arm, *Staphylococcus aureus* and *St. epidermidis* - in the Kiliyskiy arm below the marine station.

### **Conclusions by section**

1. In December 2022, the floristic spectrum of phytoplankton of 8 studied bodies of the Ukrainian part of the river Danube was represented mainly by the diatom complex, characteristic of rheophilic river phytoplankton of the cold season, and by a relatively low species diversity – 50 species, among which diatoms comprised 28 taxa, green 8, other divisions – from 1 to 3. The number of species of planktonic algae in the studied bodies varied from 14 to 19. A noticeable fluctuation in the quantitative development of phytoplankton in terms of number (15.65 - 28.72 million kl/dm<sup>3</sup>) and less pronounced in terms of biomass (0.64 - 1.07 mg/dm<sup>3</sup>). The number of phytoplankton was determined mainly by blue-green algae, the biomass by blue-green and diatoms, and green and golden algae reached significant values in some areas.

The saprobity index, calculated according to the method of Pantle and Bukka [7 – 9], was at the level of 1.62 – 1.65, therefore, the water quality in all the investigated bodies according to the Methodology for ecological assessment of the quality of surface waters [5] corresponded to the II class of water quality, 3 categories (saprobility index value 1.6 – 2.0): "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution, β'-mesosaprobe zone. At the same time, according to the biomass of phytoplankton, only one section line belonged to this category of water quality - Starostambulskyi arm 11 km (biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>), and all the others - to the neighboring, cleaner, 2 category II class: "very good" in terms of water quality, "clean" in terms of purity/pollution, α-oligosaprobic zone (biomass 0.5 - 1.0 mg/dm<sup>3</sup>), which is explained by the low development of phytoplankton biomass in cool seasons.

In general, the quantitative and qualitative composition of the phytoplankton of the considered creatures in December 2022 corresponded to the cool winter season and the type of the investigated reservoirs.

According to the levels of chronic toxicity, two water samples (river Bystre arm 9 km, Starostambulskyi arm 4 km) is assigned to the 2nd quality class, such waters are slightly polluted. According to the results of biotesting, 6 water samples were assigned to the 1st quality class according to the degree of pollution - clean water (river Danube above Vylkove 1 km; Starostambulskyi arm 11 km, Bystre arm 1 km, 0km; Ochakiv arm 17 km, 6 km).

2. From December 16 to December 21, 2022, the IHB carried out expeditionary research in the Kiliya delta of Danube, surveyed the sections of the DWNF Danube river-



Black sea on the Solomoniv, Kiliyskyi and Starostambulskyi arms, as well as the section of the Ochakiv arm, which is tangential to the DWNF route. Sampling of bacterioplankton, algal flora and benthic invertebrates was carried out according to standard hydrobiological methods, taking into account the recommendations of the EU Water Framework Directive.

In total, 10 samples of bacterioplankton, 20 samples of algal flora (phytoplankton and phytomicrobenthos), and 15 samples of benthic invertebrates were selected.

Together with sampling, 70 measurements of physical and chemical parameters were carried out: depth, temperature, pH, electrical conductivity, salinity, concentration and saturation of water with oxygen. The depth at the stations varied from 0.5 to 1.0 m, the water temperature from 3.9 °C to 5.4 °C, water salinity varied within 0.18–0.38 ‰, pH – 8.10–8.36 units, electrical conductivity – 0.35–0.73 mS, concentration of O<sub>2</sub> – 10.50–11.80 mg/l, water saturation with oxygen – 80.30–92.80%. The main biotic and abiotic conditions (condition of macrophyte thickets, temperature) corresponded to the winter period. The lowest water pH values and the highest eH and salinity values among all monitoring stations were registered in the locations of the "grain corridor" vessels (the Kiliyskyi arm above the marine terminal).

Preliminary data of microbiological studies established that the waters of the studied areas belonged to the IV–V class (dirty – very dirty waters) of water quality, and also revealed the presence of pathogenic microorganisms in the water (*Klebsiella* spp., *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* and *St. epidermidis*).

### **References to the section**

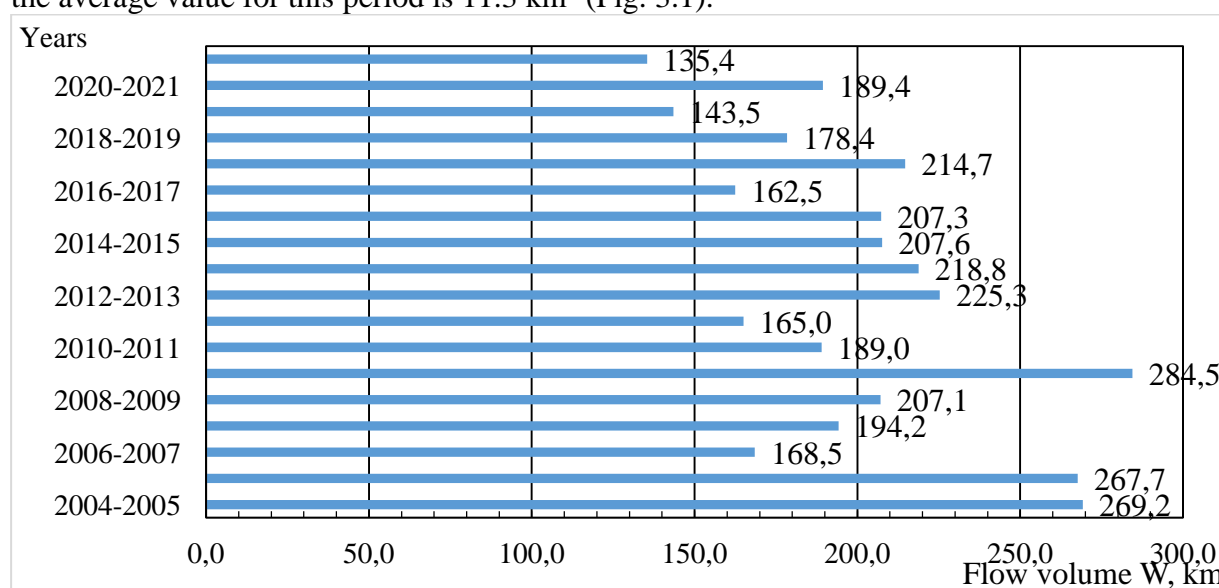
1. Asaul Z. I. Determinant of euglenaceous algae of the Ukrainian SSR. - Kyiv, Naukova dumka, 1975. – 408 p.
2. Determinants of freshwater algae of the Ukrainian SSR. - Kyiv, Naukova dumka. Issues 1-12.
3. Algae Directory / Wasser S. P., Kondratieva N.V., Masyuk N.P. and etc. - Kyiv: Naukova dumka, 1989. – 608 p.
4. Kiselev A.I., Plankton of the seas and continental water bodies. Moscow - Leningrad, "Nauka", T. 1-2.
5. Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories / V.D. Romanenko, V.M. Zhukinsky, O.P., Oksiyuk, and others. – K.: SYMBOL-T, 1998. – 28 p.
6. Oksiyuk O.P., Stolberg F.V. Canal water quality management. - Kyiv: Naukova dumka, 1986. – 176 p.
7. Unified Methods for Studying Water Quality. Ch. 3. Methods of biological analysis of waters. - M.: Publishing house of CMEA, 1976. – 185 p.
8. Unified Methods for Studying Water Quality. Ch. 3. Methods of biological analysis of waters. Application 1. Saprobity indicators. - M.: Publishing house of CMEA, 1977.– S.11-42.
9. Unified Methods for Studying Water Quality. Ch. 3. Methods of biological analysis of waters. Application 2. Atlas of saprobic organisms. - M.: Publishing house of CMEA, 1977. – 228 p.
10. Tsarenko P.M. A brief guide to chlorococcal algae of the Ukrainian SSR. -Kyiv: Naukova dumka, 1990. – 208 p.

11. DSTU 4174-2003. Water quality. Determination of sublethal and chronic toxicity of chemicals and water to *Daphnia magna* Straus and *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 1076:2000, MOD).
12. KND 211.1.4.056-97. Methodology for determining the chronic toxicity of water on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Approval by order of the Ministry of Natural Resources of Ukraine dated 05.21.97 No. 68.
13. Methodology for determining the toxicity levels of surface and return water to control compliance of their quality with established regulatory requirements. / Ministry of Security of Ukraine. - Kyiv, 2000.

### 3. Control observations during the operation of the DWNF Danube river - Black sea (marine part)

To analyse the hydrometeorological situation on the sea coast of Danube in the IV quarter of 2022, were analysed the average monthly values of the temperature of the surface layer of water and air (<http://pogoda.by/gidro/>) [1] and data on downstream of the river Danube provided by the Danube Hydrometeorological Observatory.

During the autumn period of the IV quarter of 2022, on the coast of the Danube, the total flow volume of the Danube for September 2022 was 7.34 km<sup>3</sup>, for October 2022 – 11.3 km<sup>3</sup>, for November 2022 - 8.11 km<sup>3</sup> with average long-term values of 11.5 km<sup>3</sup>, 12.4 km<sup>3</sup> and 13.1 km<sup>3</sup> in accordance. In terms of monthly runoff volumes for the IV quarter of 2022, September 2015 was the closest. - 7.76 km<sup>3</sup> and September 2011 - 8.20 km<sup>3</sup>; October 2015 – 11.0 km<sup>3</sup>. October 2016 – 11.0 km<sup>3</sup> and October 2013 – 11.7 km<sup>3</sup>; November 2011 - 8.20 km<sup>3</sup> and November 2018 – 8.90 km<sup>3</sup>. The total flow volume from December 2021 to November 2022 was 135.4 km<sup>3</sup> in 12 months<sup>3</sup>, the average value for this period is 11.3 km<sup>3</sup> (Fig. 3.1).



**Figure 3.1.** Distribution of the flow volume of the Danube River by year (from December of the previous year to November of the following year)

As can be seen from Fig. 3.1, the closest years in terms of water content are 2020. (from December 2019 to November 2020) - 143.5 km<sup>3</sup>, 2017. (from December 2016 to November 2017) – 162.5 km<sup>3</sup>. Average monthly and quarterly values of air temperature, surface layer of water and bottom layer of water on the sea coast of the Danube are presented in the table. 3.1.

**Table 3.1.** Average values of water and air temperature for the month and for the IV quarter of 2022 (°C), Sulina [2]

Month	Tw, °C on the surface	Tw, °C near the bottom	T of air, °C
September	22.1	14.5–19.5	19.1
October	17.4	12.5-15.5	14.9
November	12.9	10.5-12.0	10.2
IV quarter	17.5		14.7

Predictive assessment of the level of soil pollution in the IV quarter. 2022 is based on the results of actual expeditionary observations conducted in October 2021.

#### *Granulometric analysis of soils*

The results of the granulometric composition of bottom sediments are shown in table. 3.2.

#### *Contamination of bottom sediments*

The results of the analysis of bottom sediments for the content of pollutants (toxic metals and amounts of petroleum hydrocarbons) are shown in Table 3.3.

**Table 3.2.** The results of the granulometric composition of bottom sediments (October 2021, the content of fractions is given in percent)

No. stations	Lithology	W %	Weight, in grams,	Psefit				Sand			Alewrite		Pelit	
				>10 mm	>5 mm	>2 mm	>1 mm	>0.5m m	>0.25m m	>0.1 mm	>0.05 mm	>0.01 mm	>0.005 mm	0.005 mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	abundant	174	161.96	-	-	-	-	-	-	20.12	6.17	25.15	7.67	-
				-	-	-	-	-	-	34.04	10.44	42.55	12.97	-
				0.0				34.04			52.99		12.97	
										<b>100</b>	<b>65.96</b>	<b>55.52</b>	<b>12.97</b>	-
7	abundant	72	132.62	-	1.40	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	9.71	1.99	40.15	20.12	3.73
				-	1.82	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	12.59	2.58	52.08	26.09	4.84
				1.82				12.59			54.66		30.93	
				-	<b>1.82</b>	<b>Tr.</b>	Tr.	Tr.	Tr.	<b>98.12</b>	<b>85.59</b>	<b>83.01</b>	<b>30.93</b>	<b>4.84</b>
7-1	abundant	70	159.66	-	-	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	24.67	12.49	55.80	0.96	-
				-	-	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	26.27	13.30	59.41	1.02	-
				0.0				26.27			72.71		1.02	
										<b>100</b>	<b>73.73</b>	<b>60.43</b>	<b>1.02</b>	-
7-2	abundant	123	107.32	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	1.01	1.88	30.00	15.11	0.13
				Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	2.10	3.91	62.33	31.39	0.27
				0.0				2.10			66.24		31.66	
8	abundant	108	183.22	-	-	-	Tr.	-	-	Tr.	Tr.	69.11	13.90	5.07
				-	-	-	Tr.	-	-	Tr.	Tr.	78.46	15.78	5.76
				0.0				0.0			78.46		21.54	
												<b>100</b>	<b>21.54</b>	<b>5.76</b>
10	sand	37	109.72	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	11.34	13.01	33.99	0.67	18.15	2.93	-
				Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	14.16	16.24	42.44	0.84	22.66	3.66	-
				0.0				72.84			23.50		3.66	
								<b>100</b>	<b>85.79</b>	<b>69.54</b>	<b>27.10</b>	<b>26.32</b>	<b>3.66</b>	-
10-2	sand	47	141.42	1.00	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	10.02	60.81	2.23	17.01	5.13	1.00
				1.04	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	10.42	63.21	2.32	17.69	5.33	1.04
				1.04				76.63			20.00		6.37	
									<b>100</b>	<b>89.58</b>	<b>26.37</b>	<b>24.05</b>	<b>6.37</b>	<b>1.04</b>

Continuation of table 3.2.

No. of station	Lithology	W %	Weight, in grams,	Psefit				Sand			Alewrite		Pelit	
				>10 mm	>5 mm	>2 mm	>1 mm	>0.5 mm	>0.25 mm	>0.1 mm	>0.05 mm	>0.01 mm	>0.005 mm	0.005 mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-3	sand	30	118.05	-	-	-	-	Tr.	43.27	35.83	11.71	-	-	-
				-	-	-	-	Tr.	47.65	39.46	12.90	-	-	-
				0.0				87.11			12.90		0.0	
									<b>100</b>	<b>52.36</b>	<b>12.90</b>	-	-	-
10-4	sand	24	97.89	-	-	-	-	14.06	14.79	24.80	6.11	16.81	2.37	-
				-	-	-	-	17.81	18.74	31.42	7.74	21.29	3.00	-
				0.0				67.97			29.31		3.00	
								<b>100</b>	<b>82.19</b>	<b>63.45</b>	<b>32.03</b>	<b>24.29</b>	<b>3.00</b>	-
17	abundant	166	114.32	-	-	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	1.35	1.77	30.81	9.05	-
				-	-	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	3.14	4.12	71.68	21.06	-
				0.0				3.14			75.80		21.06	
										<b>100</b>	<b>96.86</b>	<b>92.74</b>	<b>21.06</b>	-
18	abundant	85	181.16	-	-	-	-	Tr.	Tr.	11.40	13.75	55.11	9.52	8.14
				-	-	-	-	Tr.	Tr.	11.64	14.04	56.28	9.72	8.31
				0.0				11.64			70.32		18.03	
										<b>100</b>	<b>88.35</b>	<b>74.31</b>	<b>18.03</b>	<b>8.31</b>
19	abundant	138	127.60	-	-	-	Tr.	Tr.	Tr.	1.51	3.60	39.98	7.12	1.40
				-	-	-	Tr.	Tr.	Tr.	2.82	6.72	74.58	13.28	2.61
				0.0				2.82			81.30		15.89	
										<b>100</b>	<b>97.19</b>	<b>90.47</b>	<b>15.89</b>	<b>2.61</b>

Notes:

1st row – weight of dried fractions

2nd row – percentage content of fractions

3rd row – total content of pelite, siltstone, sand and larger fractions (%)

4 row – the content of the fractions for the construction of cumulative curves (calculation of the median diameter (Md) and sorting coefficient (So) is highlighted in bold,

Tr., - traces, The moisture content of bottom sediment samples was determined twice

**Table 3.3.** The content of pollutants in bottom sediments of the Danube Delta coast (October 23 and October 26, 2021)

Station No	Depth of site m	Coordinates		Mercury mg/kg	Cadmium mg/kg	Lead mg/kg	Copper mg/kg	Zinc mg/kg	Arsenic mg/kg	Phenols mg/kg	Petroleum products mg/kg
		Latitude	Longitude								
October 23											
6	22.4	45°21.158'	029°51.784'	0.140	0.282	37.3	<b>44.7</b>	116	9.88	0.72	580
10-2	24.2	45°19.231'	029°52.853'	0.078	0.116	14.5	9.86	59.1	5.57	<b>1.48</b>	798
10-3	19.7	45°18.836'	029°52.198'	0.061	0.050	9.51	1.77	30.1	3.77	0.32	<20
10	21.2	45°19.389'	029°52.100'	0.084	0.202	16.1	12.5	60.9	5.79	0.54	830
10-4	19.9	45°19.200'	029°51.300'	0.110	0.069	11.0	0.77	34.0	3.58	0.31	48.2
17	23.2	45°15.697'	029°50.669'	0.144	0.305	<b>40.4</b>	39.6	<b>133</b>	9.62	0.54	<b>3330</b>
7-2	6.0	45°19.696'	029°47.204'	<b>0.175</b>	0.324	25.5	40.3	119	9.71	0.92	132
7-1	5.3	45°20.172'	029°46.453'	0.070	0.184	16.8	16.8	68.9	8.23	0.53	<20
7	4.8	45°20.249'	029°45.828'	0.108	<b>0.402</b>	27.4	44.3	112	<b>10.5</b>	0.72	1960
October 26											
8	12.0	45°19.300'	029°47.980'	0.085	0.235	16.7	39.6	115	9.97	0.87	327
19	11.0	45°17.489'	029°47.116'	0.124	0.399	25.5	27.7	106	7.58	0.62	138
18	20.5	45°16.400'	029°49.867'	0.111	0.343	26.1	28.1	99.8	8.53	0.63	462
Average value				0.108	0.243	22.2	25.5	87.8	7.73	0.68	717
Ranges of quality classes				A-III	A	A - II	A-I	A-II	A-IV	A-I	A-IV
Average quality class				I	A	II	A	II	II	A	III

It is predicted that in the IV quarter In 2022, the content of pollutants (toxic metals, phenols, and amounts of petroleum hydrocarbons) in bottom sediments will be similar to their content registered in the IV quarter 2021 (tab. 3.3).

Based on the data given in the table. 3.3 it can be assumed that in the 4th quarter 2022, among all metals, zinc may be present in the highest concentration in bottom sediments, with a possible maximum at St. 17 (133 mg·kg<sup>-1</sup>, which will correspond to the II quality class). Also, its increased concentration can be observed in the area of station 7-2, 6, 8, 7 and 19 (119, 116, 115, 112, and 106 mg·kg<sup>-1</sup>, respectively). At other stations, the level of contamination of bottom sediments with zinc in the IV quarter 2022 may be below 100 mg·kg<sup>-1</sup>.

In the 4th quarter 2022 mercury concentrations in bottom sediments may vary in the range of 0.061–0.175 mg·kg<sup>-1</sup>, the average value can reach 0.108 mg·kg<sup>-1</sup>, which will correspond to the I class of quality. Perhaps the maximum mercury will reach 0.175 mg·kg<sup>-1</sup> (III class) (in October 2021, this value was registered in station 7-2).

Cadmium concentrations in bottom sediments may be insignificant and not exceed 1.0 mg·kg<sup>-1</sup>, which will correspond to quality class A. The maximum amount of cadmium was 0.402 mg·kg<sup>-1</sup>.

In the 4th quarter 2022, the maximum concentration of copper in bottom sediments of the studied area may reach about 44.7 mg·kg<sup>-1</sup>, which will correspond to the I class of quality. Its increased concentration can be observed in the area of station 7, 7-2, and 17 and 8 (about 44.3, 40.3 and 39.6 mg·kg<sup>-1</sup>, respectively). At other stations, the level of copper contamination of bottom sediments may be below 30 mg·kg<sup>-1</sup> - quality class A.

In the 4th quarter 2022, the maximum concentration of lead in bottom sediments of the studied area can be detected in the southern part of the landfill at station 17 (about 40.4 mg·kg<sup>-1</sup>, quality class II).

Arsenic concentrations in bottom sediments, as well as mercury, can vary in the range of 3.77–10.5 mg·kg<sup>-1</sup>, the average value can be 7.73 mg·kg<sup>-1</sup>, which will correspond to the II quality class. The maximum amount of arsenic can reach 10.5 mg·kg<sup>-1</sup> (IV class) (in October 2021, this concentration was noted at station 7-2).

In the 4th quarter In 2022, the concentration of oil products in the seabed sediments of the Bystre arm may increase. In October 2021, two peaks of petroleum hydrocarbons were recorded - 3330 and 1960 mg·kg<sup>-1</sup> (quality class IV), in the area of station 17 in the southern part of the landfill and station 7 in the approach channel, respectively.

Increased concentrations (more than 300 mg·kg<sup>-1</sup>, III quality class) can be observed at station 10 (dredging soil dumping area) – 830 mg·kg<sup>-1</sup>, station 6, north of the landfill, – 580 mg·kg<sup>-1</sup>, station 18, south of the landfill - 462 mg·kg<sup>-1</sup> and station 8 at the exit from the approach channel – 327 mg·kg<sup>-1</sup>. At other stations, the level of contamination of bottom sediments with oil products may be insignificant and not exceed 140 mg·kg<sup>-1</sup> - quality class I-A.

On average, in the IV quarter In 2022, the quality of the bottom sediments of the research area in terms of the level of pollution of HB, as in October 2021, may correspond to the III quality class.

According to the actual data received in October 2021, the concentration of phenols in the IV quarter. 2022, on average, may range from 0.31–1.48 mg·kg<sup>-1</sup>, with an average value of 0.68 mg·kg<sup>-1</sup>, which will correspond to quality class A. The maximum concentration of phenols can reach 1.48 mg·kg<sup>-1</sup> (quality class I), minimum – 0.31 mg·kg<sup>-1</sup>.



#### ***Predictive assessment of the condition of the macrozoobenthos***


In the estuarine sea of the river Danube, the structure of macrozoobenthos communities is significantly influenced by the hydrological conditions of the region, including the volume of river runoff. In terms of river flow, 2022 is most similar to 2020 and 2017 (see Chapter 1). Considering that in 2020 in the 4th quarter expeditionary observations of macrozoobenthos communities in this area were not carried out, a predictive assessment of the state of benthic macroinvertebrate communities and the forage component of macrozoobenthos was carried out taking into account actual data obtained in the 4th quarter of 2017.

In November 2017, 38 taxa were registered as part of macrozoobenthos (15 taxa of worms and molluscs, 5 crustaceans, 2 other groups). *Alitta succinea*, *Nephtys hombergii*, *Spio filicornis*, *Cylichnina strigella*, *Spisula subtruncata*, *Lentidium mediterraneum* and *Ampelisca diadema* were also referred to. Quantitative indicators of macrozoobenthos at the stations varied within significant limits (Table. 3.4).

**Table 3.4.** Distribution of quantitative indicators of macrozoobenthos at stations of individual areas of the Danube region of the Black Sea in November 2017.

station no	Depth, m	Number of taxa	Number, spec·m-2	Biomass, g·m-2	
				feed benthos	total
dredging site					
7	5.0	4	460	1.090	1.090
7-1	2.0	1	10	1.560	1.560
7-2	5.8	2	790	5.430	5.430
8	8.5	8	450	0.960	0.960
	–	–	201±88	1.725±0,297	1.725±0.297

dumping site					
10	19.0	12	970	2.830	2.830
10-2	22.7	14	7250	57.950	57.950
10-3	19.5	16	2240	19.070	19.210
	–	–	2507±635	14.624±5,599	14.660±5.615
background stations					
6	21.5	13	3720	38.060	38.060
17	25.2	10	700	4.780	4.820
18	18.0	16	1190	63.410	242.090
19	9.5	10	6640	23.660	23.660
	–	–	2130±476	22.857±5.550	32.017±11.210

Note:  - geometric mean

In the study area, the maximum number of macrozoobenthos reached 7250 spec·m<sup>-2</sup>, and its minimum value was only 10 spec·m<sup>-2</sup>. Biomass values were relatively low, its maximum reached 242.090 g·m<sup>-2</sup>, the minimum – 0.960 g·m<sup>-2</sup>. The geometric mean number of macrozoobenthos was 952 spec·m<sup>-2</sup>, biomass – 10,392 g·m<sup>-2</sup>. *Lentidium mediterraneum* was characterized by a high geometric mean number (22.5 spec·m<sup>-2</sup>). A relatively high degree of aggregation in the spatial distribution was noted for *Heteromastus filiformis*, the maximum number of which was 1680 spec·m<sup>-2</sup>. High biomass indicators are characteristic of *Nephtys hombergii*, *Lentidium mediterraneum* and *Spisula subtruncata*, which amounted to 1,459 g·m<sup>-2</sup>, 1.282 g·m<sup>-2</sup> and 1.028 g·m<sup>-2</sup>, respectively.

In the study area, among the taxonomic groups, worms and molluscs predominated in number (243 spec·m each<sup>-2</sup>), by biomass - molluscs (6790 g·m<sup>-2</sup>). The trophic structure was represented by 4 groups: sestonophages, detritophages, predators and phytophages. According to the number of taxa (15) and number (238 spec·m<sup>-2</sup>) was dominated by detritophages, by biomass – sestonophages (4,869 g·m<sup>-2</sup>) (table. 6.14).

In this period, all benthic macrofauna invertebrates, with the exception of a few gastropod and bivalve molluscs with a valve length of more than 20 mm, belonged to the forage benthos. Its biomass at individual stations ranged from 0.960 g·m<sup>-2</sup> to 63.410 g·m<sup>-2</sup>, the geometric mean was 9.083 g·m<sup>-2</sup>.

During this period, representatives of 25 macrozoobenthos taxa were registered at background stations on various types of bottom sediments: worms – 8, molluscs – 12, crustaceans – 3. The range of fluctuations in the number of benthic invertebrates at individual stations was 700–6640 spec·m<sup>-2</sup>, and its average geometric index reached 2130 spec·m<sup>-2</sup>. The maximum value of macrozoobenthos biomass was 242,090 g·m<sup>-2</sup>, the minimum is 4,820 g·m<sup>-2</sup>, amounting to an average of 32.017 g·m<sup>-2</sup>, the biomass of the feed component of macrozoobenthos reached 22.857 g·m<sup>-2</sup>. It is predicted that in the 4th quarter of 2022, the indicators of the total number, biomass of macrozoobenthos and the biomass of its forage component at the background stations will correspond to the average values obtained during expedition research in the 4th quarter of 2017, i.e. 2130 spec·m<sup>-2</sup>, 32.017 g·m<sup>-2</sup> and 22.857 g·m<sup>-2</sup> in accordance.



### *Predictive assessment of the forage base of fish*

Data from previous observations during ecological monitoring during the restoration of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea were used for the predictive assessment. When determining the hydrological conditions for the formation of such components of the food base of fish as phytoplankton, zooplankton, and meiobenthos, the life cycle of which does not exceed one month, the main attention was paid to the volume of the Danube runoff for the previous month (for macrozoobenthos per year), as well as the water temperature. As shown in Chapter 1, in the fourth quarter the temperature of the surface layer of water in November 2022 was 12.9°C, bottom - 10.5–12.0°C (on average 11.3°C).

Observational data of all surveys carried out in the sea part of the Danube Delta under the monitoring program of the DWNF Danube river-Black Sea since 2004 were used, on the basis of which predictive equations were calculated that reflect the quantitative relationship between the volume of the Danube flow and water temperature with the biomass of feed hydrobionts. To derive the equations necessary for the forecast, the results of environmental monitoring during the restoration of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea for the period 2004–2014 were used. (tab. 4.1), when the number of background stations and, accordingly, the amount of actual data received, was sufficient to derive statistically reliable multiple regression equations. The multiple regression equation, where the feed components of fish nutrition were among the dependent factors, and the water temperature near the surface and the bottom and the volume of the river flow were among the independent factors, were obtained using the statistical program "Statgraphics Plus 5". Equations with a reliability level of 95% were taken into account, i.e. at  $p < 0.05$ . Of all the possible variants of dependence, it was possible to find a reliable connection only for feed zooplankton and meiobenthos. At the same time, for zooplankton - from the flow volume:

$$ZP = -28.3438 + 8.26046 V \quad (p = 0.0492)$$

where ZP is the biomass of feed zooplankton,  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ; V – volume of the Danube runoff for the previous month,  $\text{km}^3$ .

**Table 3.5.** Dynamics of the main hydrological characteristics and the average biomass of feed components of fish nutrition on the coast of the Ukrainian part of the Danube Delta for background stations

Year, month	T sur., °C	T bot., °C	V*, $\text{km}^3$	FP, $\text{mg m}^{-3}$	ZP, $\text{mg m}^{-3}$	MB, $\text{mg m}^{-2}$	MZB, $\text{mg m}^{-2}$	ZB, $\text{mg m}^{-2}$
2004 V	17.89	10.05	27.6	4098.9	127.1	-	11988.6	11988.6
2004 XI	9.90	11.85	12.2	268.9	75.4	1138.0	108551.0	110067.2
2005 V	18.65	11.20	33.2	2700.4	378.3	1975.1	44869.0	49985.8
2005 IX	22.75	18.85	24.2	624.3	870.3	718.4	28923.5	31202.3
2005 XI	8.35	9.85	20.2	575.3	137.7	752.0	32371.5	33874.9
2007 VI	19.50	9.05	12.5	3281.5	18.1	5213.9	107016.2	115570.7
2008 VI	19.10	7.15	22.7	7333.2	40.5	8197.4	66809.0	82429.0
2008 VIII	27.50	17.50	13.5	2688.3	58.8	3263.9	55740.0	61809.5
2008 X	15.40	15.70	10.1	11775.7	98.4	1714.8	59204.0	72834.1
2010 IV	14.05	8.70	31.9	1087.8	17.9	1732.0	31721.7	34614.0
2010 VIII	22.80	19.10	33.2	1031.4	463.1	3439.9	97745.7	102755.2
2010 XI	11.10	13.05	16.1	755.8	106.9	935.9	42931.7	44770.5

2011 VI	19.70	12.20	13.8	5539.2	51.5	3673.9	54271.0	63581.3
2011 X	17.79	16.25	8.2	2228.5	165.9	879.4	73913.0	77229.0
2012 XI	14.49	16.27	9.4	650.3	371.4	757.5	48920.7	49678.2
2013 VIII	24.87	15.72	19.9	533.8	911.5	1930.4	14792.6	16723.0
2014 IX	23.38	23.00	20.2	858.1	13.7	2252.9	19437.7	21690.5
2014 XI	12.62	13.54	21.5	56.2	1.2	501.6	10187.7	10689.3

Marking:

Main hydrological characteristics: T sur. - average surface water temperature during the observation period; T bot. - the average water temperature at the bottom during the observation period;

V - the average flow volume of the Danube for the previous month.

Fodder components of fish nutrition:

FP - phytoplankton;

ZP - zooplankton;

MB - meiobenthos;

MZB - macrozoobenthos;

ZB - zoobenthos in general.

\*values of the average monthly flow volumes of the Danube are kindly provided by the head of the Danube

Hydrometeobservatory V.M. Morozov.

For meiobenthos - from the temperature of the surface and bottom water layers:

$$MB = 2743.6 \cdot 348.743 \cdot T_{sur.} - 469.204 \cdot T_{bot.} \quad (p = 0.0017)$$

where MB is the forage biomass of meiobenthos, mg·m<sup>-2</sup>, T<sub>sur.</sub> is the temperature of the surface, T<sub>bot.</sub> is the temperature of the bottom layer, °C.

To calculate the forecast values of feed objects in the IV quarter of 2022, the values of V = 8.11 km were taken<sup>3</sup>, T<sub>sur.</sub> = 12.9°C, T<sub>bot.</sub> = 11.3°C for November 2022 (see Section 1 of the report).

Understanding that in the zones of anthropogenic load - in the area of dumping and dredging - the feed base of fish differed significantly from the background stations, all data on the distribution of feed objects (table. 3.6) in the zones of anthropogenic load were averaged as a percentage of the background stations (table. 3.7).

It should be noted that, on average, only for phytoplankton in the zones of anthropogenic load, its quantitative development was greater than at the background stations. This fact can be explained by the fact that both zones (dredging and dumping) are located closest to the zones of its maximum development (the Danube River and the Danube river-Black sea hydrofront zone, which is most often located at a distance of about 10 km from the shore). As for the zoobenthos, starting from February 2018, before the start of sampling, we receive the exact coordinates of the soil discharge in the dumping zone, where the sampling was carried out. As a result, a difference in the quantitative development of benthic invertebrates with background stations was obtained and, in general, the percentage share of fish feed biomass in the zones of anthropogenic influence in comparison with background stations was clarified.

**Table 3.6.** Distribution of forage objects at background stations and zones of anthropogenic loads in the sea part of the Danube river-Black sea DWNF

Year	Month	Avandelta zones of Danube	Phytoplankton		Zooplankton		Zoobenthos	
			mg m <sup>3</sup>	% from the background	mg m <sup>3</sup>	% from the background	mg m <sup>2</sup>	% from the background
2010	IV	Background	1087	–	15	–	13612	–
		Dredging	1166	107	86	573	4986	37
		Dumping	1286	118	12	80	15072	111
	VIII	Background	930	–	514	–	45919	–
		Dredging	1617	174	299	58	1498	3
		Dumping	675	73	343	67	49955	109
	XI	Background	196	–	119	–	41841	–
		Dredging	1068	545	67	56	5589	13
		Dumping	321	164	131	110	12765	31
2011	VI	Background	4636	–	51	–	24773	–
		Dredging	835	18	88	173	6315	25
		Dumping	4923	106	43	84	6827	28
	X	Background	1944	–	253	–	39905	–
		Dredging	636	33	96	38	4907	12
		Dumping	834	43	181	72	20704	52
2012	XI	Background	811	–	446	–	23048	–
		Dredging	307	38	16	4	29363	127
		Dumping	302	37	356	80	15086	65
2013	VIII	Background	575	–	1047	–	14188	–
		Dredging	330	57	370	35	1274	9
		Dumping	521	91	394	38	665	5
2014	IX	Background	1034	–	439	–	18217	–
		Dredging	566	55	50	11	942	5
		Dumping	794	77	285	65	10983	60
	XI	Background	51	–	53	–	6015	–
		Dredging	94	184	1	2	1589	26
		Dumping	32	63	100	189	9333	155
2015	IX	Background	587	–	788	–	33735	–
		Dredging	277	47	119	15	13466	40
		Dumping	1620	276	366	46	6271	19
	X	Background	300	–	109	–	4481	–
		Dredging	51	17	4	18	495	11
		Dumping	176	59	28	121	9275	207

2016	VIII	Background	591	–	465	–	28164	–
		Dredging	308	52	91	20	16255	58
		Dumping	357	60	459	99	10648	38
	XI	Background	876	–	60	–	34996	–
		Dredging	120	14	30	50	7133	20
		Dumping	2277	260	39	65	14506	41
2017	VIII	Background	146	–	395	–	32304	–
		Dredging	357	245	496	126	19054	59
		Dumping	283	195	534	135	8276	26
	XI	Background	128	–	93	–	23154	–
		Dredging	92	72	44	47	1758	8
		Dumping	344	268	60	64	14884	64
2018	VIII	Background	592	–	341	–	56164	–
		Dredging	603	102	269	79	229	0
		Dumping	1263	213	545	203	78319	139
	XI	Background	144	–	52	–	25721	–
		Dredging	659	458	28	54	8692	34
		Dumping	421	292	78	150	9818	38
2019	V	Background	439	–	55	–	35410	–
		Dredging	53	12	16	29	23771	67
		Dumping	71	16	66	120	13246	37
	XI	Background	–	–	47	–	–	–
		Dredging	–	–	14	30	–	–
		Dumping	–	–	24	52	–	–
2020	VIII	Background	147	–	1152	–	72139	–
		Dredging	373	254	176	15	1043	1
		Dumping	225	153	670	58	57330	79
2021	V	Background	253	–	184	–	41109	–
		Dredging	1022	404	15	8	2093	5
		Dumping	97	38	90	49	126058	307
	X	Background	25	–	55	–	98559	–
		Dredging	10	40	68	124	18415	19
		Dumping	23	92	32	58	242871	246

According to the above formulas, the feed biomass of zooplankton at the background stations in the fourth quarter of 2022 will be  $39 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , meiobenthos –  $1940 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$  when calculated according to the appropriate formulas. The biomass of phytoplankton at the background stations was taken as the average value of the biomass for the background stations performed in the fourth quarter of 2017, which in terms of the annual flow of the Danube is similar to 2022 and in which expeditionary studies were performed in the same period, i.e.  $128 \text{ mg m}^{-3}$  (see table 3.7).

**Table 3.7.** The percentage of the value of the biomass of various components of the feed base in the zones of anthropogenic influence during the reproduction of the DWNF Danube river-Black sea, relative to the background values calculated for the period 2010–2021.

Components of the fodder base	Dredging area	Dumping zone
Phytoplankton	139±34	128±19
Zooplankton	71±26	91±10
Zoobenthos	28± 7	88±18

Given that the existing equations of the dependence of the feed part of mass species of bivalve molluscs on the volume of the Danube flow (used in the procedure of forecasting the biomass of feed macrozoobenthos) under conditions of low flow values do not give reliable results and require correction and the availability of appropriate databases, in conditions of abnormally low flow 2022, they were not applied. For the predicted biomass of the feed component of macrozoobenthos at the background stations in 4 quarter 2022, the biomass of the feed part was taken and determined at the background stations in the same period of 2017 –  $22857 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

The expected biomass of fish forage objects at the background stations is shown in Table 3.8.

**Table 3.8.** Expected biomass of fish feed objects at background stations in the IV quarter of 2022

Fodder objects	Biomass
Phytoplankton	$128 \text{ mg m}^{-3}$
Zooplankton	$39 \text{ mg m}^{-3}$
Meiobenthos	$1940 \text{ mg m}^{-2}$
Macrozoobenthos	$22857 \text{ mg m}^{-2}$
Zoobenthos in general	$24797 \text{ mg m}^{-2}$

On the basis of the above, it is possible to predict the possible impact on the marine ecosystem in the process of restoring deep-sea navigation for the fourth quarter of 2022 (table. 3.9).

**Table 3.9.** Summarized results of calculations of the biomass of the feed base of fish for the preliminary determination of ecological damage for the IV quarter of 2022

Components fodder base	Background stations	Dredging area	Dumping zone
Phytoplankton, $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	128	178	164
Zooplankton, $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	39	28	35
Zoobenthos, $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$	24797	6943	21821

### ***Conclusions by section***

The total volume of runoff in the period from December 2021 to November 2022 was 135.4 km<sup>3</sup>. 2020 is close to it in water content. (143.5 km<sup>3</sup>) and 2017 (162.5 km<sup>3</sup>). The monthly flow of the Danube in November 2022 was 8.11 km<sup>3</sup>, the average temperature in the surface layer of water was 12.9°C, near the bottom - 11.3°C.

In the 4th quarter of 2022, in the estuarine sea of the Danube, zinc can be present in the highest concentration of heavy metals (maximum 133 mg·kg<sup>-1</sup>). The maximum concentration of mercury can be 0.108 mg·kg<sup>-1</sup>, copper – 44.7 mg·kg<sup>-1</sup>. The quality of the bottom sediments of the research area according to the level of contamination with petroleum hydrocarbons may correspond to the III quality class.

To calculate losses during the restoration of the DWNF Danube river-Black sea in the IV quarter of 2022, it is predicted that the biomass of forage phytoplankton in the background areas of the sea may be 128 mg·m<sup>-3</sup>, in the dredging zone - 178 mg·m<sup>-3</sup>, and in the soil dumping zone – 164 mg·m<sup>-3</sup>, feed zooplankton – 39 mg·m<sup>-3</sup>, 28 mg·m<sup>-3</sup> and 35 mg·m<sup>-3</sup>, total feed zoobenthos – 24797 mg·m<sup>-2</sup>, 6943 mg·m<sup>-2</sup> and 21821 mg·m<sup>-2</sup> in accordance.

### ***References to the section***

1. Sea temperature [Electronic resource]. Access mode: <http://pogoda.by/gidro/?plot=15360>
2. Weather archive in Sulina [Electronic resource]. Access mode: <http://https://rp5.ru/>
3. Zolotarev V.N., Shurova N.M., Stadnychenko S.V. Prediction of population characteristics of marine mollusks under changes in the volume of the Danube runoff. Environmental control systems: Collection of scientific papers, NAS of Ukraine, MHI. Sevastopol. 2013. Issue. 19. P. 273–278.
4. Maksimovich N.V., Pogrebov V.B. Analysis of quantitative hydrobiological materials. L., 1986. 97 p.

#### 4. Ichthyological monitoring during operation of the navigation fairway Danube river-Black sea

In-situ ichthyological studies during the implementation of monitoring works were carried out according to standard methods of hydrobiological and ichthyological studies adopted in the system of the State Fisheries Agency and the National Academy of Sciences of Ukraine. Due to wartime restrictions, the research was carried out in the area of Kiliyskiy mouth of the Danube 17-24 km.

Ichthyoplankton from shallow vessels is selected with an ichthyoplankton net, according to the "Methodical Guide to Collecting Fish Eggs, Larvae and Fry" (Russ, Casanova; 1966). Juveniles of transient fish species are caught using special small-mesh fishing tools: fry trawls, fry dragnets and small-mesh nets.

Scientific and research ichthyological fishing is carried out in accordance with the "Methodical instructions for estimating the abundance of fish in freshwater reservoirs" (VNIIPRH, 1990), Methods of collecting and processing ichthyological and hydrobiological materials (IRH, 1998), Methodical recommendations for organizing inventory, assessment, water monitoring - wetlands of international importance and compilation of an informational description (2018) and are carried out with pond and floating nets, nets, etc. tools

Fish measurements were carried out according to standard research methods (Pravdyn, 1966; Collection methods..., 1998; Hydro-ecological methods..., 2006; Pryakhin, 2008). Identification of fish species was carried out in the field according to markers (Berg 1948-1949; Kottelat, Freyhof 2007). The biological analysis of the caught fish was carried out according to classical ichthyological methods (Pravdin 1966; Pryakhin, Shkytsky 2008) according to the following indicators: total/industrial body length, individual weight, sex and stage of gonad maturity, degree of intestinal filling. The age of the fish was determined by scales and otoliths (Chugunova 1959).

##### **Ichthyological characteristics**

*The nature of the transformation of the river flow in the Ukrainian section of the lower Danube*

Hydro- and meteorological conditions significantly affect the conditions of existence of hydrobionts, their life cycles and productivity. The most important factor determining the productivity of river ichthyocenoses and the reproduction conditions of passing fish species is the water content of the Danube.

Since the middle of the last century, a large-scale cycle of fluctuations in the average annual flow of the Danube has been observed. The high-water period, which lasted from 1960 to 1982, was replaced by the low-water period, which lasts from 1983 to the present (Romanchuk, Lyashenko, 2015). The onset of the low-water period of the Danube flow is associated with global climate changes. The increased aridity of the climate also contributed to the increase in runoff in the lower part of the Danube due to evaporation in the flood plains of the delta and the Danube lakes.

For the period 2004-2013, a trend of decreasing water flow of the river was recorded. The Danube is on average 0.41 km<sup>3</sup>/year (Gazetov et al., 2015).

In the intra-annual distribution of average monthly water consumption in the lower part of the river, a high-water phase (March-July) and a low-water phase (low-water period - August-February) are clearly distinguished. At the same time, the peak flow normally occurs in April-May. However, in recent years, the timing of spring irrigation has begun to

change significantly. Thus, in 2018, the main flow peak fell in April, in 2019 – in June, in 2020 - for March. In 2021, two peaks were observed - in February and June. 2022 was the driest year in recent years. The spring flood was not pronounced, the relative maximum flow occurred in May. The Danube lakes were not filled with water to the normal level. In the summer of 2022, an abnormally low water level in the Danube river was observed. In general, the hydrographic situation was unfavorable for the reproduction of both passing and phytophilic fish species. Thus, at this stage, the gradual reduction of the total flow of the river is also accompanied by significant fluctuations in the flow regime during the spring spawning period, which must inevitably have a certain influence on the reproduction of aquatic biological resources and ichthyofauna

For the Ukrainian section of the Danube, given its estuarine location, it is also extremely important how the water flow is distributed and redistributed along the channel network. The long-term redistribution of water flow along the delta's branches is determined both by natural processes of restructuring the hydrographic network of the delta and by anthropogenic influence (Hydrology of the Danube Delta, 2004). As a result of the action of these factors (primarily, large-scale hydraulic engineering activities in the Romanian part of the delta), since the beginning of the 20th century, the share of the Kiliya mouth in the total volume of the Danube flow decreased from 70% to 48.9%, and the share of the Romanian arms of the river increased accordingly: Sulynskiy mouth - from 8% to 20%, and Georgiivskiy - from 22% to 29.1%. At the same time, it is expected that all the existing negative consequences of the reduction of the drainage system of the Kiliya arm will persist and increase in the future (Morozov, 2008, Morozov, 2016). The direct consequences of this process are the following:

- reduction of sediment flow and corresponding changes in delta formation processes;
- lowering of water levels, reduction of flooding of delta islands and deterioration of water exchange with lakes inside the delta;
- acceleration of the dying process of small delta watercourses;
- increasing the frequency and range of seawater penetration into the arms of the delta;
- increasing the probability of occurrence of water-deficient periods.

***Ichthyofauna*** of the Danube River is distinguished by the richness of its species composition. As of the end of 2022, the DBR ichthyofauna includes 107 species of fish belonging to 39 families. Only 19 species of 6 families have been recorded in industrial catches over the past ten years. In the course of research fishing of the IMB of the National Academy of Sciences in 2021-22, the presence of 45 species of fish belonging to 14 families was registered. Of them, 8 species are listed in the Red Book of Ukraine (beluga, sevryuga, sterlet, Russian sturgeon, marena, common elm, common chip, striped ruff), and 7 resident species (pilengas, amur sleeper, silver crucian carp, variegated crucian carp and white, Amur chub, sunfish) (table. 4.1).

*The dynamics of catch of WBR in Danube.* The dynamics of catch of WBR in Danube is given in table 4.2. During the 11 months of 2022, exceptionally low catches of almost all types of WBR were registered in the Danube. The total catch was 62.8 tons, which is 5 times lower than the long-term average and 8 times lower than last year. The main reason is the restrictions on fishing, which were caused by the start of hostilities in February of this year. Fishing of aquatic bioresources has been allowed since April 20 only in certain sections of the river and only during daylight hours (Order of the Odesa Regional



Military Administration No. 201/A-2022 dated April 19, 2022). In fact, half of the herring poutine period has been lost to fishing. Fishing is still prohibited on the most important waters, located 17 km below the Starostambulskyi mouth and the Ochakiv mouth.

The most important industrial facility on the Danube is a Danube passage herring. The catch of other types of fish against its background is insignificant. In 2022, the herring catch amounted to only 42.5 tons, which nine times less than in the previous year 2021 (tab. 4.3). During all the years of observation, only in the anomalous 1999, herring catches were lower.

*Danube herring* (the Black Sea-Azov herring population - *Alosa immaculata*, which enters the river for spawning. Danube) - almost the only passing fish species of the Azov-Black Sea basin that has not lost its industrial importance. Against the background of a general decline in herring stocks in the region, the state of the Danube population appears to be relatively prosperous.

**Table 4.1.** Species composition of fish in the lower part of the Danube River in 2021-2022.

Family	Kind	
Atherinidae	<i>Atherina pontica</i> (Eichwald, 1831)	Atheryna of the Black Sea
Goby	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Monkey goby
	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Round goby
	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	Racer goby
	<i>Benthophilus nudus</i> (Berg, 1898)	Starry goby
	<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	Big head goby
Loaches	<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	Common pinch
Needle-like	<i>Syngnathus typhle</i> (L., 1758)	Narrow-snouted pipefish
Sticklebacks	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	Southern nine-spined stickleback
Odontobutidae	<i>Percottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	Amur sleeper
Mullet	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Mullet singil
	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Black mullet
	<i>Planiliza haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	Redlip mullet
Black basses	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Sun fish
Carp	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Common bream
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Ablet
	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Bighead carp
	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Asp
	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	White bream
	<i>Carassius gibelius</i> (Bloch, 1782)	Silver crucian carp
	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Common carp
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Silver carp
	<i>Idus idus</i> (Linnaeus, 1758)	Common elm
	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	Common marena
	<i>Petroleuciscus borysthenticus</i> (Kessler, 1859)	Common ruffe
	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Stone moroco

	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	European bitter gourd
	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Roach
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Redeye common
	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Zanthe
	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	White-eyed
Perches	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	Ruffe
	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758)	Striped ruffe
	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Common perch
	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Common zander
	<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766)	Chip ordinary
Herring	<i>Alosa immaculata (pontica)</i> (Bennet, 1835)	Black Sea herring
	<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	Azov-Black Sea shed
	<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann,1840)	Black Sea-Azov sprat
Catfish	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Wels catfish
Pike	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Northern pike
Sturgeon	<i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758)	Beluga
	<i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758)	Sterlet
	<i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771)	Starry sturgeon
	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (Brandt,1833)	Russian sturgeon

But, *Alosa immaculata* included in the lists of species protected by the Bern Convention and the IUCN Red Book. In Serbia, herring has been protected since 1993 according to the Decree on the Protection of Natural Rarities, in Bulgaria it is listed in the new Red Book as a vulnerable species (VU).

Craft for *Alosa immaculata* in Danube is traditionally carried by the Lower Danube countries - Romania, Ukraine and Bulgaria, in the Black Sea (along with other species of the genus *Alosa*) - Romania, Ukraine, Bulgaria and Turkey. In the Ukrainian part of the river Danube herring is the most important fishing object, its share in recent years accounts for about 70% of the total catch. Herring fishing occupies a prominent place among the types of economic activity of the population of the lower part of the river.

**Table 4.2.** Dynamics of fishing in the river Danube (t)

Types of fish	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Sazan (carp)	19.5	31.2	30.7	39.3	35.1	44.62	37.52	40.2	39.5	2.8
Zander	3.9	5.73	4.73	9.7	9.3	5.16	8.53	5.8	3.1	0.6
Bream	8.0	6.84	6.80	10.4	12.7	10.1	9.1	13.3	10.1	3.46
Crucian	35.7	51.7	49.4	32.7	45.2	26.82	52.33	36.5	36.1	4.9
Catfish	4.6	8.4	8.04	10.5	9.2	7.0	9.75	7.5	5.7	1.0
Zanthe	3.4	3.33	7.25	5.4	8.2	8.2	6.75	6.6	6.7	1.6
Pike	1.1	0.88	1.32	1.0	0.6	1.4	0.67	0.6	1.5	0.03
Asp	2.6	1.51	2.18	2.1	1.3	1.0	1.61	1.7	0.6	0.1
Redeye	0.3	0.32	0.65	0.4	1.0	0.6	0.76	0.6	0.5	-
Roach	0.4	0.54	1.09	0.1	0.14	0.08	-	-	-	0.01
White bream	1.2	6.64	2.13	1.6	1.8	1.34	1.47	2.7	1.0	0.07
Sicklefish	0.03	-	0.05	-	0.003	-	-	-	0.03	-
Perch	0.1	0.07	0.47	0.03	0.06	0.003	-	-	-	-
Silver carp	12.2	28.5	8.68	16.3	9.5	11.09	25.88	18.02	15.1	5.25
Grass carp	0.11	0.98	0.23	-	-	0.03	0.18	0.1	-	0.06

Herring	317.9	98.5	115.5	341.7	328.35	126.6	393.4	197.1	385.8	42.5
Redlip mullet	0.15	0.15	0.11	0.03	0.15	0.1	0.57	0.8	-	-
Mullets	0.36	0.53	1.89	5.8	9.9	10.2	1.11	17.7	15.7	0.4
Total	411.6	245.8	241.1	477.1	472.5	254.3	549.6	349.2	521.6	62.8

\*11 months

One of important factors that determine the size of the Danube herring spawning stock is the water content of the Danube River and its individual mouths. The nature of the level rise and increase in water consumption during the herring spawning period, which coincides with the spring flood, can stimulate the arrival of an additional number of herring adults from the reserve part of the population.

It is possible to judge the intensity of herring breeders entering the Danube River, mainly, from the size of industrial catches. Herring catches in the Ukrainian section of the river Danube varies over the years, sometimes on a significant scale. For example, in 1999, 18 tons of herring were caught, which is 24 times less than in 2010, when the catch amounted to 434.1 tons.

**Table 4.3.** Dynamics of herring catches in the Danube River

Year	Catch (t)	Year	Catch (t)
1998	160.6	2011	381.8
1999	18.0	2012	205.5
2000	78.9	2013	317.9
2001	141.3	2014	98.5
2002	218.1	2015	115.5
2003	145.5	2016	341.7
2004	194.4	2017	328.4
2005	352.5	2018	126.6
2006	208.5	2019	393.4
2007	237.1	2020	197.0
2008	417.9	2021	385.8
2009	369.3	2022	42.5
2010	434.1		

Size, mass and age characteristics of Danube herring in Danube in 2022 are presented in table 4.4.

As a rule, the spawning run is always started by large herring, over time, the linear dimensions of the spawning herring decrease, and at the end of the run, small fish close the run. Due to the fact that males mature at a younger age in greater numbers than females, their average size in the fishery is always smaller. The gradual decrease in body length in both sexes is due to the fact that shallow fish enter the river Danube in the mass later large. This pattern is observed every year, but the linear dimensions of the running herring do not remain at the same level over the years. In each year, the average body length of a herring is different and depends on the degree of grazing, on the ratio of sexes and the ratio of age groups of the spawning season.

In 2022, the intensity of herring spawning was low, which is due to the low water level of the Danube in the spring, as well as, possibly, the conduct of hostilities in the area of Zmiinyi Island and the Kiliya Delta of the Danube in March-June. The weak course of

herring continued until the end of July. Fish entered the river sporadically in small shoals. During this period, significant variability of age and size-mass characteristics of herring was observed.

The main part of the spawning herd of Danube herring consists of three- to four-year-old individuals, fishing is based on catching mainly these two age groups, the number of which, depending on the number of replenishment, changes annually. In 2021, the basis of the fishery was three-year-old individuals (45.8%), the share of four-year-old individuals was 27.1%. And in 2022, 4-year-old individuals dominated - 56.5%, and the share of 3-year-olds was 26.1% (tab. 4.4). It should be noted that both in 2021 and 2022, the sample for determining the age of herring was limited in size and characterizes the age composition of the spawning herd mainly in the second half of the season. In this regard, the obtained ratio of age groups is probably somewhat distorted.

**Table 4.4.** Size, mass and age characteristics of Danube herring, 2022.

Indexes	Age groups					
	2	3	4	5	6	7
Length, cm	<u>16.5-18.0</u> 17.3	<u>22.5-28</u> 25.3	<u>27.0-30.5</u> 28.7	<u>29.3-31.0</u> 30.0	<u>32.0</u> 32.0	-
Weight, g	<u>60-63</u> 61.5	<u>128-236</u> 196.8	<u>224-298</u> 269.3	<u>277-379</u> 320.9	<u>376</u> 376	-
n	2	18	39	9	1	-
%	2.9	26.1	56.5	14.0	1.5	-

The analysis of the dynamics of the average size and mass indicators of the Danube herring for the months of 2017-2022 shows that in 2022, the lowest degree of fattening of the Danube herring according to the Fulton coefficient was observed during the entire fishing season (April - July) (table. 4.5). Poor nutrition of breeders largely explains the weak intensity of herring spawning in 2022.

**Table 4.5.** Dynamics of the average size and mass indicators of the Danube herring by months 2017-2022. (Kiliya Delta)

Year	Month,	Average length, cm	Average weight, g	Coefficient of fatness, F	n
2017	April	27.7	278	1.31	425
	May	25.5	229	1.38	140
2018	March	27.8	280	1.30	51
	April	27.5	254	1.22	207
	June	26.3	241	1.32	76
2019	March	27.0	245	1.245	114
	April	26.4	234	1.27	76
	May	26.2	239	1.33	178
	June	24.7	224	1.49	180
	July	25.8	216	1.26	123
2021	March	29.0	295	1.21	15
	April	27.6	250	1.20	50
	May	26.4	230	1.25	119
	June	24.3	212	1.48	24
	July	26.3	234	1.29	105
2022	April	27.7	254	1.20	19

	May	28.6	265	1.13	68
	June	27.1	252	1.27	19
	July	27.5	252	1.21	6

The Danube herring is characterized by a weak correspondence between the values of the operational stock and the total stock. A significant part of individuals of industrial size between the ages of 3 and 5 do not enter the river and are not caught during fishing of the spawning herd, and there are no data on their number. To predict the number of generations, it is not enough to calculate the industrial residue of that part of them that entered the river for spawning. For this, it is also necessary to have estimates of the size of the reserve of this generation, which did not participate in spawning. Changes in the size of this reserve, depending on natural conditions, largely determine the cyclicity of catches of Danube herring. Taking into account the entry into the fishery of the harvest generation of 2019 and the small generation of 2020, it can be predicted that in 2023 the size of the spawning stock and the size of the catch of Danube herring will correspond to the average annual values. It is clear that natural and anthropogenic factors can make significant adjustments to this forecast.

*Partial types of fish.* The most diverse in terms of species composition and the most numerous among commercial fish species is the carp family, which is represented in catches by five main species: carp, silver crucian carp, bream, fish, white carp. In 2022, the collection of ichthyological material was limited almost exclusively to research catches, as access to commercial catches was difficult.

Carp in the studied period are represented by different age groups: mainly three- and four-year-olds with a length of 33.0 to 44.0 cm, with an average weight of 892 and 2011 g, respectively, were caught on smooth nets with a mesh of 40-50 mm (table. 4.6). The length of the largest individual was 48.0 cm by weight 2700 g. In 2022, carp took only the third place in the fishery in terms of catch among carp species of fish in the lower Danube (2.8 tons).

**Table 4.6.** Size, mass and age characteristics of the main partial industrial species of fish in the lower reaches of the river. Danube at 2022

Kind	Age							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Industrial length, cm								
Zanthe	-	<u>13.0</u> 13.0	<u>19.0-23.0</u> 22.0	<u>23.5-30.0</u> 26.6	<u>31.0</u> 31.0	-	-	-
Crucian	<u>6.7</u> 6.7	-	-	<u>17.0-20.0</u> 18.8	<u>21.0-23.0</u> 22.2	<u>24.5</u> 24.5	-	-
Sazan	-	<u>25.0</u> 25.0	<u>33.0-36.0</u> 34.5	<u>44.0</u> 44.0	<u>48.0</u> 48.0	-	-	-
Bream	<u>4.5-9.5</u> 6.7	<u>10.5-18.0</u> 13.9	<u>16.0-25.0</u> 21.3	<u>23.5-27.5</u> 25.5	<u>27.0-32.0</u> 28.2	<u>31.0-32.5</u> 31.8	-	-
Silver carp	-	<u>28.0-30.0</u> 29.3	<u>38.0-42.0</u> 40.5	<u>51.0-42.0</u> 51.5	<u>61.0</u> 61.0	-	-	-
Zander	<u>15.0-18.0</u> 16.5	<u>25.0-27.0</u> 26.2	<u>29.0</u> 29.0	<u>36.0</u> 36.0	-	-	-	-
Weight, g								
Zanthe	-	<u>22</u> 22	<u>116-205</u> 168	<u>220-436</u> 313	<u>564-575</u> 570	-	-	-

Crucian	$\frac{10}{10}$	-	-	$\frac{185-273}{217}$	$\frac{280-347}{320}$	$\frac{493}{493}$	-	-
Sazan	-	$\frac{387}{387}$	$\frac{875-908}{892}$	$\frac{1900-2122}{2011}$	$\frac{2700}{2700}$	-	-	-
Bream	$\frac{1.6-18}{7.0}$	$\frac{19-143}{59}$	$\frac{98-280}{197}$	$\frac{253-463}{365}$	$\frac{393-686}{505}$	$\frac{683-750}{717}$	-	-
Silver carp	-	$\frac{383-400}{393}$	$\frac{1100-1600}{1307}$	$\frac{2100-2200}{2150}$	$\frac{3500}{3500}$	-	-	-
Zander	$\frac{32-70}{51}$	$\frac{175-188}{182}$	$\frac{258}{258}$	$\frac{550}{550}$	-	-	-	-

*Silver crucian carp* - the third industrial facility in terms of catch volumes on the river Danube (4.9 tons in 2022). In catches of industrial nets, it is represented by three age groups from four to six years old, with an average weight of 217 to 493 g and a length of 17 cm - 24.5 cm. The spread of silver crucian carp in the Danube River and adjacent reservoirs leads to the displacement of more valuable native carp species. In this regard, crucian carp production is not limited by the limit or the forecast of allowable catch.

*Bream* in research fishing, it is represented by six age groups - from this year to six-year-olds. In 2022, catches of 40-50 mm drift nets were dominated by two- to four-year-old individuals with a length from 11.0 to 27.5 cm, with an average weight of 59, 197 and 365 g, respectively. 64% of the total number of bream in the catches were individuals of non-industrial size (less than 24 cm). This indicates a good replenishment of its population and a possible increase in catches in 2023-24.

In 2022, the fish caught in scientific and research fishing with nets with a mesh of 32 mm, represented by three age groups: 2+, 3+ and 4+. The average commercial length of three-year-olds in the sample was 22.0 cm, four-year-olds - 26.6 cm. The average weight of these age groups is 168 g and 313 g, respectively. The length of the largest individual at the age of 4 was 31.0 cm by weight 570 g.

In 2022, white pike in 32-70 mm mesh nets was represented by age groups from 1+ to 4+. Three-year-old individuals with an average length of 40.5 cm and an average weight of 1308 g predominated. In 2022, carp occupied the second position in the composition of industrial catches (5.25 t).

*Zander* - is also one of the valuable industrial species in the lower part of the river Danube. However, the share of pike perch in catches in recent years is small and is about 2%. In research fishing, zander was represented by age groups from 0 to 3. The sample was dominated by 2-year-old individuals with a length of 26.2 with an average weight of 182 g. The length of the largest individual at the age of 3 was 36.0 cm by weight 550 g.

In general, the catch of partial fish in the lower Danube in recent years has remained stable both in terms of species composition and the amount of catch at the level of 120-140 t/year. The sharp drop in catches in the current year is explained by the effect of restrictions on fishing related to the military situation.

*Sturgeon*. Study of sturgeon fish of the Kiliya delta. Danube in 2022 was held on the basis of studying their bycatch in research fishing gear (swimming nets with a 20-45 mm mesh, fry beam trawl with a 10 mm mesh). In 2022, a total of 98 cases of bycatch of sturgeon juveniles in various fishing gear were registered: sterlet - 80, sevryuga - 11, sterlet and sevryuga hybrids - 4, beluga - 1, Russian sturgeon - 2. The sizes of the Russian sturgeon caught (L - 34 and 44 cm) and the dates of their capture (end of November - December)

suggest their artificial origin, although no external markings were found. All sturgeon and juveniles of other fish species were released into the water alive after the measurements.

In bycatch in 2022 just like 2021 and unlike In 2020, the sterlet absolutely prevailed - 81.7%. The share of sevryuga was 11.2%, and beluga - 1.0%, sturgeon - 2.0%, hybrids - 4.1%.

The exceptionally shallow water of the Danube in 2022 led to an extremely weak spawning stock of passing sturgeon fish and low efficiency of their spawning.

In 2022, apparently, only the sterlet spawned relatively well. Favourable conditions for grazing of young people in the area of Kiliyskyi mouth near town Vylkove formed in July, this area was used mainly by young sterlets. In 2022, the number of young stellate sturgeon stingrays was slightly lower than the long-term average values. Beluga spawning success can be considered very weak. This should cause alarm, because the beluga spawning in the Danube was extremely unsuccessful in the two previous years as well.

Weak indicators of juvenile migration of sturgeon fish, appearance of hybrids are due to the low number of spawners entering the Danube River for spawning, and indicate the depressed state of their populations. The situation with the reproduction of the Danube herd of Russian sturgeon can be assessed as the worst.

#### State of industrial stocks in NWBS

The current state of industrial bioresources in the north-western part of the Black Sea is determined by the processes of water eutrophication and the consequences of the massive development of alien species - *mnemiopsis* and *rapana*. Catches of sprat, previously the most significant industrial object in the NWBS, have significantly decreased compared to the 2000s and now do not even reach 2,000 tons per year. On the other hand, *rapana* catches increased 56 times over the five years from 2014 to 2019. In recent years, after passing the peak of numbers, *rapana* catches began to decrease and in 2021 amounted to only 44% of the maximum. The share of other types of WBR in production was significantly lower. Catches of turbot flounder are determined by a strict catch limit and have remained relatively stable at 110-120 t/year in recent years.

Due to the hostilities, fishing by Ukrainian fishermen in the Black Sea in 2022 was practically not carried out. Coastal fishing was allowed only in certain areas, mainly without the use of watercraft. As a result, the volume of catches fell to extremely insignificant values. (tab. 4.7).

*Rapana* and flounder were the most important industrial objects in the Danube area of the NWBS in recent years. *Rapana* mining is carried out by *Khizhnyak* dredges. Its fishing area is located north of the Danube Delta in *Zhebriyanska Bay* and in the coastal zone from *Katranka* to *Shagany*. Fishing for other types of marine bioresources with nets, nets, and pond seines is also mainly carried out here. Taking into account the remoteness from the DWNF route and the prevailing currents, this area cannot experience any significant negative impact from the implementation of hydraulic works for the operation of the navigation fairway.

**Table 4.7.** Dynamics of Ukrainian catches by main industrial facilities in 2013-2022, tons

	Sprat	European anchovy	Trachurus	Mullus	Turbot	Rapana
2013	12866	35371	847.4	107	193.4	644.3
2014	2115	125	93.0	0.0	100.6	200
2015	2237	248	1.4	0.5	88.4	369
2016	1683	129	4.0	1.71	139.9	1060

2017	2159	31	15	3.0	110	1375
2018	1602.7	72.5	7.1	1.8	123.1	5562.0
2019	1369.6	68.8	11.6	3.3	112.9	11199.7
2020	1983.8	152.5	4.6	0.3	115.5	6305.1
2021	1731.7	170.1	10.1	0.4	116.0	4941.1
2022*	0	0.015	0	0	2.3	0.020

\*11 months.

The volume of rapana production by local enterprises in 2018 was 139 tons. In 2019, it increased rapidly to 2,100 tons, and in the last two years it has been decreasing - to 1,100 tons in 2020 and 760 tons in 2021. In 2021, the Danube region accounted for 15% of the total rapana catch in Ukraine.

Turbot flounder is traditionally one of the most valuable industrial objects in the Black Sea. Turbot fishing by fishing enterprises is carried out within the entire Ukrainian Danube region, including at a considerable distance from the shore. In view of this, the storage of dredging soils on a marine underwater dump can have a certain adverse effect on spawning, feeding and migrations of turbot, as well as on fishing. Nevertheless, turpentine catches have remained stable here in recent years and have fully met the quotas allocated to local fishermen. In 2018, 26.4 tons were mined, in 2019 – 25.3 tons, in 2020 – 26.4 tons, in 2021 – 24.4 tons. On average, turbot catch in the Danube area was 21-23% of the total catch of Ukraine in the Black Sea.

The importance for the fishing of other marine species of WBR (atherine, gobies, European anchovy, herring, spurdogs, batoids, shrimps, mussels) in the Danube area is relatively small. In 2021, the total volume of their production was 77.8 tons. In 2022, WBR fishing in the Danube region of the Black Sea was not actually carried out.

In the reporting period, calculations of losses caused to the fishing industry during dredging operations in the 1st and 4th quarters of 2022 were performed. Operational dredging works in the 2nd and 3rd quarters of 2022 were not carried out on the sea access channel of the DWNF Danube river-Black sea with the storage of soils on the sea underwater dump in the adjacent part of the NWBS.

The total damage caused to the fishery by works of the 1st quarter of 2022 is **66856.38 UAH** The total damage caused to the fishery by works of the 4th quarter of 2021 is **UAH 117,997.08**

Since the dredging works in 2022 were carried out outside the spawning prohibition periods, the calculation of losses due to the deterioration of the reproduction conditions of aquatic biological resources was not carried out.

Dredging works were carried out according to the proposed technology, taking into account measures aimed at reducing the negative impact on aquatic biological resources.

No data on dredging operations at the Kiliya mouth of the Danube in 2022 have been provided.



## 5. Monitoring of terrestrial and coastal ecosystems on the territory of the Danube Biosphere Reserve (DBR)

In the period from October 2022 to January 2023, the main factors influencing on *flora and vegetation* of the reserve were climatic and hydrological. The autumn of 2022 was moderately wet and warm, and the meteorological winter with traditional frosts, snow and freezing of the soil never came. Due to the low water level of the Danube in 2019-2022 and high temperatures, it was low. Water was stored only in the deepest lakes, canals and pools, most other areas were dry. The same thing happened on the islands of the delta and Yermakiv island.

*Flora* of Yermakiv island has 717 species of higher vascular plants, which is 74.15% of the reserve's flora. Now the island's vegetation is developing in the conditions of disturbed hydro-regime as a result of climate changes and excessive grazing load, it is characteristic of deltaic islands. Here prevail swamp groups *Scirpeto-Phragmitetum* and *Caricetum acutiformis*, which are formed in areas with permanent or long-term moisture. Significant areas are *Scirpeto-Phragmitetum* in a complex with *Bolboschoenetum maritimi*, which indicates significant soil salinity.

Altered habitats on Yermakiv Island include dams with ruderal vegetation, a floodplain map, artificial channels, and artificial plantings. The natural ones include the wetland vegetation of the island's internal reservoirs, natural riparian forests. Meadow coenoses are critically important for the preservation of biodiversity.

In 2004, during the implementation of the project to restore the Danube river-Black sea watershed during dredging works to increase the depth on the slopes of the Kiliya arm, soil was dumped on special maps of the alluvium in the western part (upper part) of the Yermakiv island on an area of about 30 hectares. Over the past 18 years, the maps of the floodplain have grown in the composition of vegetation about 70% of branched Salt cedar (*Tamarix ramosissima*), on silver berry (*Elaeagnus argentea*) and russian olives (*E. angustifolia*) in the total projective coverage accounts for about 15% and about 1-2% is for white poplar (*Populus alba*).

In the process of observations of the processes of vegetation formation on the maps of the alluvium in previous years, a very large difference in the composition of vegetation was noted between the areas of the alluvium with sandy and silty soils. Areas with sandy soil remain the least projective vegetation cover (up to 20%), here annual plants prevail, and their species composition is unstable and mostly consists of ruderal and salt marsh species: obliquely spreading (*Suaeda prostrata* Pall.), wall barley (*Hordeum murinum* L.), foxtail pricklegrass (*Crypsis alopecuroides*), field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.), small-flowered crane's-bill (*Geranium pusillum* L.), blue lettuce (*Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey.), field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck), pennyroyal (*Mentha pulegium* L.) and others. Unconditional dominants among the herbaceous vegetation in these areas are the inhabitants of the common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.), common ragweed (*Ambrosia artemisifolia* L.), cocklebur (*Xanthium*), *Bromus sterilis* (*Anisantha sterilis* L.).

In some areas with silty-sandy soil, in previous years, the projected vegetation cover reached 95-100%, decreasing in dry years.

Livestock and horses are grazed on the territory of the island. At a normal water level in the Danube, the pasture load is moderate, which allows for the formation of small meadows and prevents continuous overgrowth of water bodies with air-water vegetation. The latter is extremely important for increasing biodiversity, not only floristic, but also

faunal. The maximum water level recorded on the island in 2010 was 1.51 m BS, in the low-water year of 2017, the water level in the Danube in the Yermakiv section line fell to 0.33 m BS. Water content in 2018 was average, and the period of 2019-2023 was low-water and dry, which caused a number of negative changes in the ecosystem of Yermakiv Island.

The main areas of the island after damming are flat long-flooded, medium-flooded and short-flooded areas. Much smaller areas are occupied by non-flooded areas (flood maps, near-dam areas, and dams themselves). Permanent floodplains are limited to the most lowered elements of the relief and are under the influence of flooding until the end of the summer vegetation and their areas are the largest, making in years with a high flood up to 90% of the island's territory. They are characterized by the uniformity of vegetation, represented mainly by groups *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 and *Scirpetum lacustris* Schmale 1939, much less often (about 5%) *Phragmites communis* (Gams 1927) Schmale 1939.

During spring floods, when 90% of the land is flooded, overgrazing is observed on the island and the meadow vegetation is very much eaten away. It is the maps of the wash that become rescue areas for the animals of the island and serve them not only as survival stations, but also as feeding grounds (Fig. 5.1).



**Figure 5.1.** Alluvial maps have become important biotopes for many animals

Salt cedar, olives and seaberry in 18 years after washing they reached a height of 3-5 meters, gradually advancing on the sands, this contributes to the consolidation of the sands and the formation of plant cover.

The experience of many water years has shown that the increase in the area of always dry areas is a positive factor, especially since the existing non-flooded areas make up about 10% of the island's area. The only thing is that after the creation of the floodplain maps, their reclamation was not carried out in time. In order to create various biotopes on the island, improve conditions for the development of tourism, attract birds, reforest the island with useful, food, medicinal plants, it is necessary to plant species of bushes and trees that are already on the island in small quantities, but are being displaced by aggressive settlers. The following types of bushes and trees should be planted on dams and other elevated areas, primarily in the zone of anthropogenic disturbance:

- seaberry (*Hippophae rhamnoides* L.), white mulberry (*Morus alba*), black mulberry (*Morus nigra* L.), redhaw hawthorn (*Crataegus sanguine* Pall), cherry plum (*Prunus cerasifera* or *Prunus divaricata*), armenian plum (*Prunus armeniaca*), common plum (*Prunus domestica*), rowan (*Sorbus aucuparia*), guelder-rose (*Viburnum opulus*), quince (*Cydonia oblonga*), sweet cherry or bird cherry (*Prunus avium*).

In modern condition of *ichthyofauna* of Yermakiv island positively marked the abnormally high water level in the river Danube during 2010, immediately after the

restoration works, which for the first time in the entire observation period, filled the island in flood almost completely (about 95% of the area). This contributed to the successful spawning of various species of fish, including rare ones, in the reservoirs of the island. The composition of the ichthyofauna is of particular importance for Yermakiv Island, given its area and location in the Ukrainian part of the Danube Delta. It should be noted that the species composition of the ichthyofauna in the internal reservoirs of the island has significantly increased as a result of the introduction of fry and juveniles from the river during the long-term and large-scale inflow of Danube water.

In total, 30 species of fish were registered on the island during the entire period, 23 of them before restoration and 30 after. It should be noted that the restored composition of Yermakiv ichthyofauna is quite natural for the Danube delta, especially for channel islands, because 19 species are phytophilous in terms of reproduction, i.e. associated with aquatic vegetation.

Later, the island often experienced low-water years, which was caused by the low water level in the river Danube and the filling of the reservoirs of the island during the spring flood took place in a much smaller volume, compared to 2010, and the constant exchange of water between the reservoirs of the island and the river Danube was restricted during the year. The area of water bodies that were suitable for fish habitat has decreased, and the conditions for their existence have also deteriorated. This led to the impoverishment of both the species diversity of fish in the island's reservoirs and their numbers. The main types of fish in the reservoirs of the island in these years there were silver crucian carp, pike, carp, crucian carp, bream, sun perch and tench.

At this time, the process of renaturalization of the island has not yet ended, the species composition of the ichthyofauna of its internal waters has not been finally formed. Beforehand, the large area of the island, more than two thousand hectares, and the restoration of spawning of many native fish species, ensure both a high number of fish that live permanently or for a long time in inland lakes, and a significant, even within the limits of this part of the Danube, productivity of fry, which annually graze in the reservoirs of the island.

Field studies of populations of *herpeto- and batrachofauna* under the influence of natural and anthropogenic factors, as well as the study of the influence of the DWNF Danube river-Black sea on the species composition and number of amphibians and reptiles of the Danube Biosphere Reserve, conducted during October-December 2022. Mainly, the field studies included phenological observations of amphibians and reptiles, since during the reporting period (end of autumn - beginning of winter) representatives of the herpetofauna and batrachofauna were transitioning to the state of winter torpor. However, attention was also paid to the distribution of herpeto- and batrachofauna in the area of the DWNF Danube river-Black sea.

The autumn period of 2022 in the North-Western Black Sea region was warm. It should be noted that a similar picture has been observed during monitoring in recent years (2019-2021). The temperature regime contributed to prolonging the autumn activity of amphibians. In particular, the activity of the green toad *Bufo viridis* Laurenti, 1768 celebrated on December 29. However, such activity of individual representatives of the batrachofauna is local and not massive in nature and is primarily associated with periods of increased air temperature.

The main mass of representatives of the batrachofauna went into a state of winter torpor, as last year, during the third decade of November - the first decade of December.

The transition to the state of winter torpor of herpetofauna species occurred earlier: in the third decade of November - the first decade of October.

During 2022, the hydrological regime of the Danube River and the adjacent territories had the greatest impact on the state of batracho and herpetofauna populations of the DBR. So, throughout the year, the water level of the Danube river was very low, which contributed to the shallowing and drying of many shallow water bodies and nearby meadows. In particular, on Yermakiv island shallow water flats in the western part of the island have completely dried up. A significant drying up of the Stentsivsko-Zhebriyanska floodplains was also noted. On the basis of satellite telemetry, the drying up of meadows and the drying up of shallow water bodies in the coastal part of the Kuban and Stambulskyi islands were recorded. This hydrological situation led to a reduction in the areas of spawning ponds and grazing places of the larval stages of batrachofauna species. During the reporting period, a similar picture persisted until the end of November, after which level of Danube river began to gradually rise, and individual reservoirs began to fill up. The gradual filling of shallow reservoirs on the territory of the DBR continues.

The reduction of the area of shallow water bodies affected the concentration and availability for predators of green frogs (species *Pelophylax esculentus complex*), while other species of tailless amphibians, which are not so closely associated with water in autumn, were less affected by this phenomenon.

Taking into account the hydrological situation during 2022, a special role for amphibian and reptile species was played by deep channels, lakes and mouths of Danube river. During the autumn period, the greatest biodiversity of batracho and herpetofauna species was noted in such places. All this actualizes efforts to improve water exchange in certain territories of the DBR, such as Yermakiv island and Stentsivsko-Zhebriyanska floodplain. It should be noted that such works were carried out on the territory of the reserve in 2021-2022. In particular, as part of the Rewilding Ukraine initiative in the southern part of Yermakiv island, 3 large holes have been created in the dam that runs along the perimeter of the island, and in order to improve the water exchange of Stentsivsko-Zhebriyanska floodplains, the clearing of the "Mizhkolhoznyi" channel is underway. We believe that in view of the climatic situation and hydrological regime that has persisted in recent years, such works can have a positive impact on the state of the ecosystems of the DBR and should be continued and expanded.

During the conducted research, no significant direct impact of the operation of the DWNF Danube river-Black sea on the state of the populations of amphibians and reptiles of the DBR fauna was found.

**Ornitofauna.** In October and December, the migration of birds, which are associated with seasonality, traditionally continues. A significant part flies through the territory of the Danube Delta in transit or stops for a short time for food, certain birds form winter clusters and, depending on weather conditions, stay in the territory throughout the winter. The coastal part of the Danube Delta plays an important role for birds in this period and is a place where about 240 species of birds stop. The largest gatherings of birds and the greatest variety of their species are noted at feeding stations. For birds of the wetland complex, these are shallow areas of backwaters and coastal forelands, for sparrows *Passeriformes* – shrub thickets and trees on coastal areas of the sea and along mouths. Deep-water areas are generally avoided by birds, and their use usually increases only during periods of sharp drop in temperature and bad weather, when birds cannot make active movements, and shallow water areas are covered with ice and become inaccessible for food.

In October-December 2022, research was carried out on the species composition of birds in the DWNF area, their distribution across the territory and analysis of factors that could have an impact on them; determination of the impact of works on migratory and wintering birds related to the operation of the shipping channel.

In previous years, the territory of the DWNF within the DBR was conditionally demarcated into several biotope zones (zone of reed thickets, zone of floodplain forest, zone of the bar part of the Bystre mouth, zone of the open water mirror of the Bystre mouth and Starostambulskyi mouth) each of which is characterized by its own species composition and number of birds during the migration period.

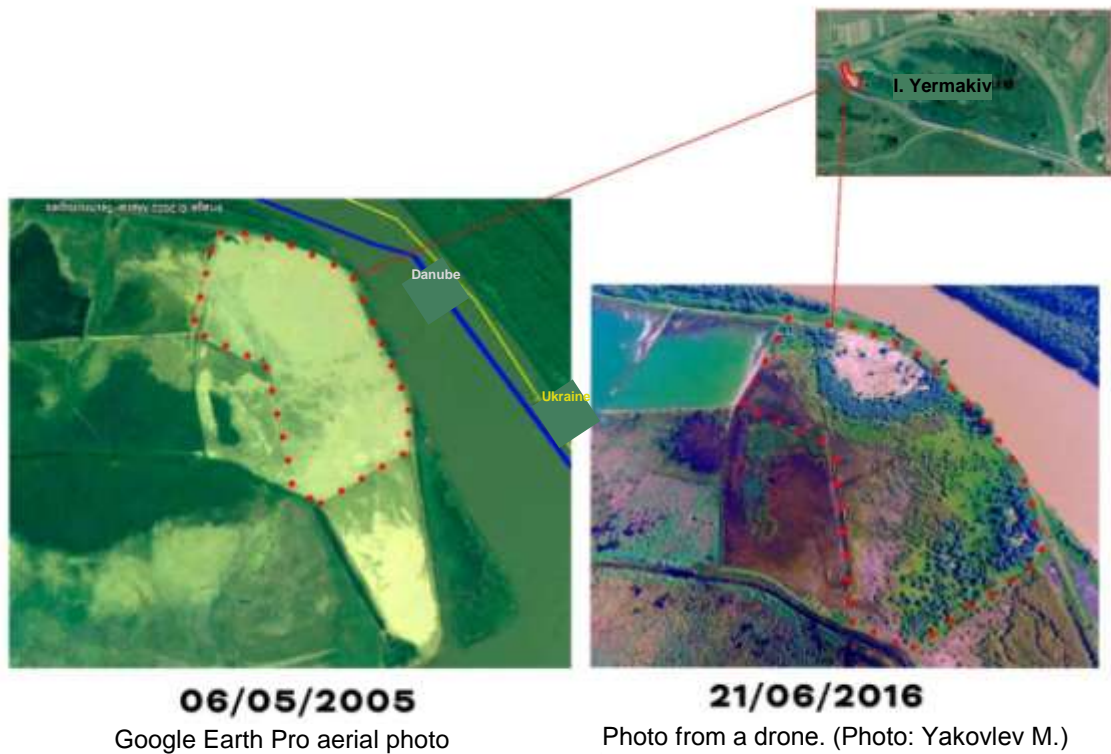
In the area of the DWNF, traditional gatherings of birds of the wetland complex are noted primarily in the coastal part of the delta and on the Yermakiv island. Their number and species composition depends primarily on the food base and its availability for birds. Thus, the largest number of birds and species was recorded in shallow water areas. In relation to previous years, the timing of migrations and the species composition have almost not changed. As of the end of December 2022, mass gatherings of ducks in the Danube region of Ukraine, which are traditionally formed in the winter period, have not been observed. This is explained by warm climatic conditions in October-December 2022. In addition, during this period, a number of migratory species were noted in the region, and only in warm winters can single individuals stay for the winter. So, in December 2022, noted white-winged tern *Chlidonias leucopterus*, avocet *Recurvirostra avosetta*, ruff *Philomachus pugnax*, chepuru little egret *Egretta garzetta*.

The redistribution of birds in the wetland complex in 2022 was primarily influenced by the hydrological state of the territory, which primarily depends on level of Danube river and rainfall. The summer-autumn period of 2022 turned out to be low-water, significant areas of wetlands dried up. In the area of DWNF (within the boundaries of the DRZ), the most significantly dried up territories of Yermakiv island, Stentsivsko-Zhebriyanska floodplains. The territories began to be irrigated in November-December, when the water level in the Danube river began to rise.

Comparing the hydrological state of December 2021 and 2022, based on visual observations and satellite telemetry data, it can be noted that the area of irrigated areas in 2022 was significantly smaller. Thus, in December 2022, in contrast to 2021, reservoirs and meadows in the north-western part of the Yermakiv island, meadows in the coastal part of the Bystre mouth (on islands Starostambulskyi and Kubanske) were completely dry.

In 2022, additional studies were carried out on the development of terrestrial soil dumps by avifauna on Yermakiv island in the period 2004-2022.

The territory where the soil storage was carried out as part of the construction of the deep-sea ship channel Danube river-Black sea began to be actively overgrown with shrubby vegetation, mainly tamarisk and larch (Fig. 5.2). Already in 2015-2016, it became an important nesting place for family of passerine birds *Sylviidae*, including a species rare for Ukraine - olivaceous warbler *Hippolais pallida*. In addition, in the specified territory noted nesting of lesser whitethroat *Sylvia curruca*, red-backed shrike *Lanius collurio*, magpies *Pica pica*. Dozens of species of passerine *Passeriformes* (mainly insectivores) in the specified territory feed during migrations and wintering.



**Figure 5.2** The dynamics of overgrowth of soil dumps with vegetation on the Yermakiv island in the period 2005-2016.

In November-December 2022, a risk analysis was carried out regarding the possible impact on the local birdlife due to the increased exploitation of the DWNF and works related to its maintenance. The main risks include the following:

*Dredging* Based on the fact that birds in the period of October-December 2022 along the mouths of Danube river did not form accumulations, the works related to the maintenance of the DWNF had a minimal impact on the avifauna.

*Water pollution.* In the event of non-compliance with the rules regarding the disposal of fuel and lubricant materials or accidents at the gas station, there is a direct threat of water pollution of the river Danube and the coastal part of the Black Sea. This can pose a direct threat to waterfowl and near-water birds, both due to the destruction of the water-repellent properties of the birds' plumage (for example, oil pollution) and due to the poisoning or death of the hydrobionts that the birds feed on.

*Noise pollution.* Taking into account that the work on the deepening of the DWNF Danube river-Black sea was carried out in a non-reproductive time for birds, such an impact can be considered minimal.

*Wave phenomena associated with the movement of ships.* Such phenomena may pose a certain danger to birds during the nesting period, when intense waves may cause some damage to nests or chicks located in the coastal part of the channels of the DWNF. In the autumn-winter period, this phenomenon has a negative impact on birds.

Taking into account the distribution of birds on the territory in the specified period and the volumes of operation of the DWNF, it can be stated that the works related to the operation of the canal in October-December 2022 did not have a negative impact on the bird fauna. The birds of the wetland complex, feeding on the shallow areas in the coastal part of



the estuary, reacted quite calmly to the robots. The number of birds and their redistribution mainly depended on the availability of forage and weather conditions.

In October-December 2022, as part of survey of *theriofauna* state under the influence of natural and anthropogenic factors, as well as the study of the influence of the DWNF Danube river-Black sea on the species composition and number of mammals of the Danube Biosphere Reserve, route records of theriofauna species were carried out in the territories bordering the DWNF. During the route records, the species composition, distribution by territory and the nature of the mammals' stay were recorded. Separate work was carried out on mapping the burrows of predatory mammals. Because of the curfew, no night surveys of small mammals were conducted using Sherman traps.

On Yermakiv island noted a redistribution of predatory mammal species on the territory of the island. Certain elements of this process were recorded in previous years and indicated in previous reports. In our opinion, the course of redistribution was most influenced by 2 factors: exploitation of a part of the island for economic purposes and hydrological regime. Yes, the north-western part of the Yermakiv island, which is adjacent to the DWNF, is most involved in economic activity: there is a dirt road and an economic complex. This area is most often used by fishermen for recreational fishing. At the same time, in this part of the island there are maps of the alluvium - soil dumps formed at the beginning of the operation of the DWNF.

The floodplain maps in the western part of the island have been heavily overgrown with tamarisk in recent years. At the same time, due to the free grazing of cattle and horses, passageways were formed in solid thickets of tamarisk. All this determined the attractiveness of these territories for certain groups of mammals, mainly carnivores and ungulates. Taking into account the surrounding territories, this part of the island has the greatest biotope diversity.

However, the hydrological regime of Yermakiv Island and the river In recent years, the Danube has contributed to the desiccation of certain areas of the island, which has made them more accessible to terrestrial mammals. The appearance of new accessible territories and economic activity in the north-western part of the island contributed to the movement of certain species of mammals (jackal *Canis aureus* Linnaeus, 1758, European badger *Meles meles* Linnaeus, 1758, a raccoon-like dog *Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834) to the southern and eastern parts of the island, where these species were found mainly in the area of dams. This is evidenced by the results of monitoring the burrows of predatory mammals, as well as the encounters of these species and their products of life during route records.

Throughout 2022 and the autumn period in particular, a gradual return of predatory mammals to the north-western part of the island was noted, which is confirmed by the discovery here of 3 new burrows, one of which was identified as a temporary burrow of a European badger, and the other as a jackal burrow. We associate this, first of all, with russia's military aggression against Ukraine, during which economic activity in this part of the island significantly decreased.

The given data indirectly confirm that economic activity directly in the coastal part of the Yermakiv island may have a greater impact on the distribution of carnivorous mammals than the exploitation of DWNF. This is also confirmed by the results of mapping the burrows of predatory mammals on the Yermakiv island along DWNF. Thus, the number of burrows belonging to different species in the north-western part of the island is smaller than in the north-eastern and eastern parts.

The role of dams and alluvium maps in periods of high levels of the Danube river should be emphasized separately. For carnivorous mammals that use burrows as shelters and breeding sites, during periods of significant inundation of Yermakiv Island, dams and floodplain maps remain the only places where these burrows can be built. Therefore, the presence of dams and floodplain maps on the island helps to preserve the biodiversity of mammals here.

Like last year, the warm autumn, which contributed to the expansion of the period of activity of insects, affected the period of activity of bats, which was actually registered until the first decade of December. It should be noted that all species of bats of the fauna of Ukraine are protected at the national and international level.

Taking into account the open data available in the mass media regarding military activity and mine danger in the area of Zmiiny Island and on the Black Sea coast of the Odesa region, among the species affected by military operations, besides dolphins, there may be a river otter *Lutra lutra* Linnaeus, 1758 and European mink *Mustela lutreola* Linnaeus, 1766 (nationally and internationally protected species), as well as the jackal. All these species use the coastal part of the river delta. Danube throughout the year and are numerous here.

In addition, due to restrictions on visits to the coastal areas, it is currently difficult to establish the impact of the drying up of meadows and water bodies in the coastal part of the Kuban and Istanbul islands on the fauna of small mammals, in particular the rare *Neomys anomalus* Cabrera, 1907 and baby mice *Micromys minutus* Pallas, 1771. According to satellite telemetry data, due to the low level of Danube during 2022, these areas dried up significantly, which could lead to the transformation of individual biotopes, mainly meadows.

During the conducted studies, no significant direct impact of the operation of the DWNF Danube river-Black sea on the state of the mammal populations of the DBR fauna was found.



## 6. Analysis of the dynamics of channel processes and suspended substances in the Danube Delta and the coastal part of the Black Sea based on the materials of space surveys

### *A selection of space images*

In 2022 (as in previous years 2013-21), images from the Landsat 8 spacecraft were used to analyse suspended solids dynamics. The choice of Landsat spacecraft images is due to their availability and the possibility of using the entire set of spectral channels both for reliable visual identification of water objects and for automatic processing by specialized software (for identification of water surfaces, a combination of infrared (far, medium and near) and red channels, and red and blue channels are used to estimate the amount of suspended substances). Landsat satellite images also have optimal spatial resolution, which ensures the necessary detail of research.

Landsat 8 imagery has a resolution of 30 m in the blue, green, red, near-infrared, mid-infrared, and far-infrared channels and 60 m in the thermal channel and a panchromatic channel with a resolution of 15 m. (tab. 6.1). The repeatability of receiving images is 16 days.

**Table 6.1.** Characteristics of Landsat 8 spacecraft images

<b>Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</b>	<b>Channel name</b>	<b>Wavelength, <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Distinction, m</b>
Band 1	Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Band 2	Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3	Green	0.53 - 0.59	30
Band 4	Red	0.64 - 0.67	30
Band 5	Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6	SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7	SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8	Panchromatic	0.50 - 0.68	15
Band 9	Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10	Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
Band 11	Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

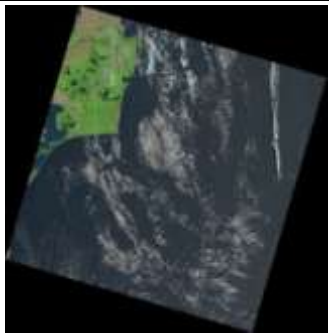
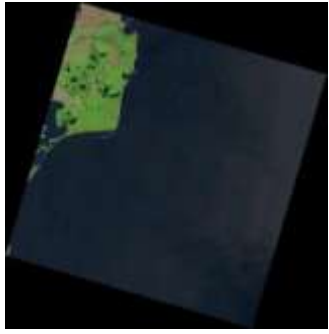

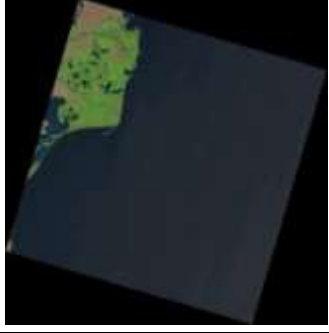
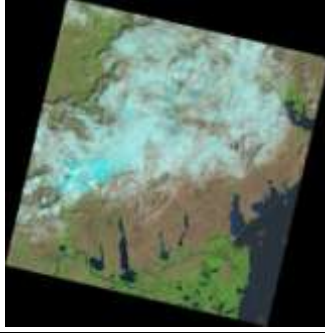
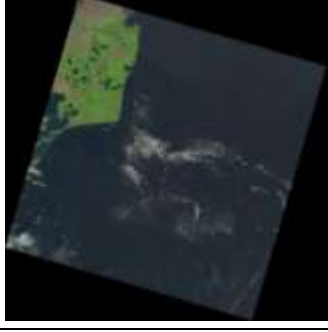
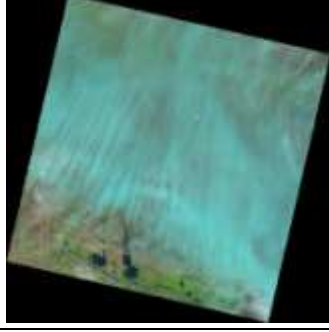
An additional advantage of using Landsat 8 images for the analysis of processes in the Danube Delta is the possibility of using data from two adjacent survey strips (Path 180, Path 181), which doubles the amount of primary information.

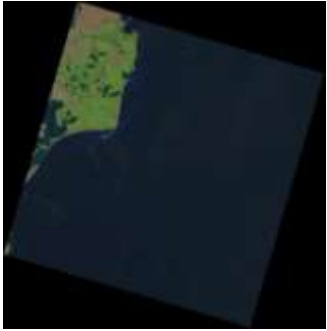
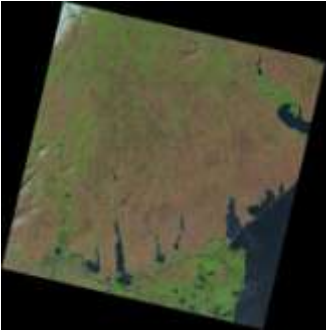
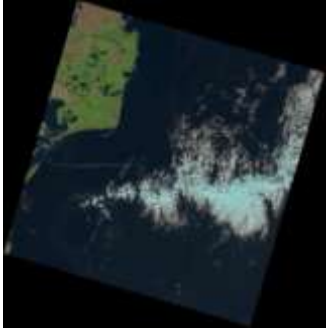
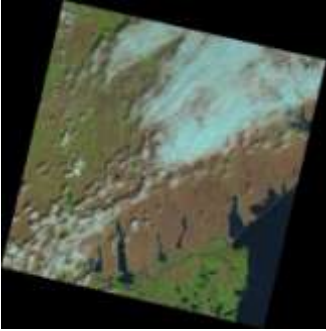
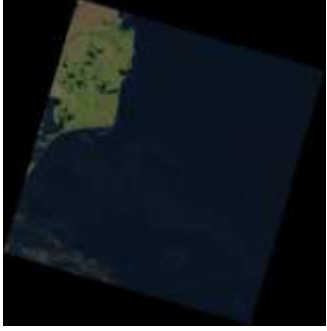
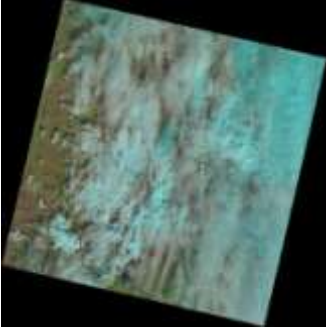
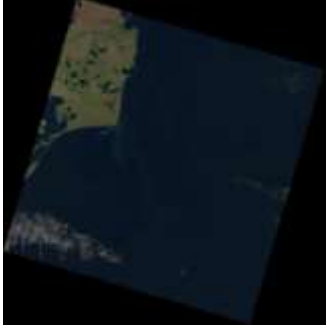
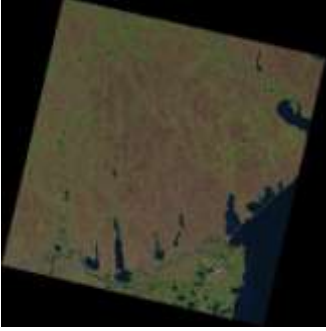
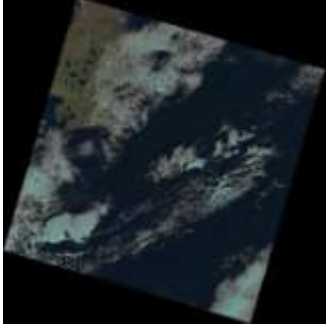
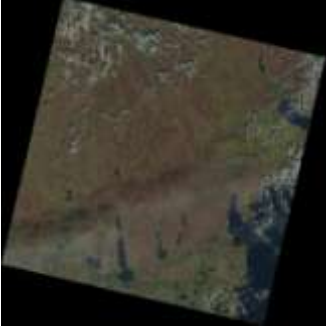
At the first stage of research, preparatory work was carried out on the selection and pre-processing of images.

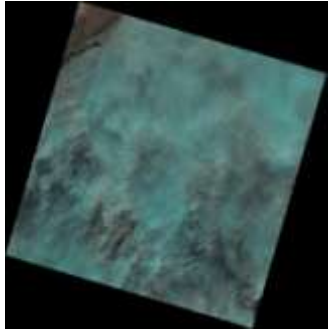
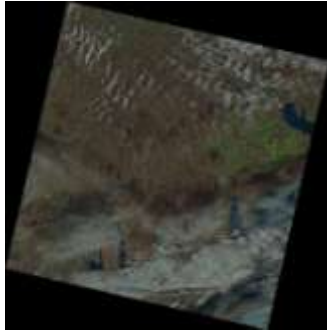
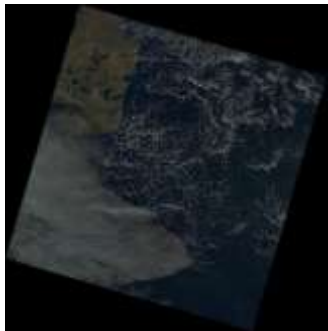
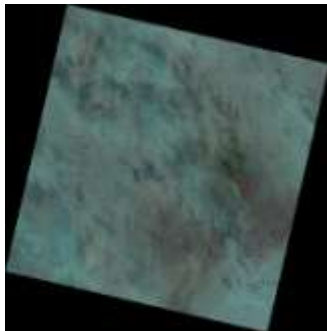
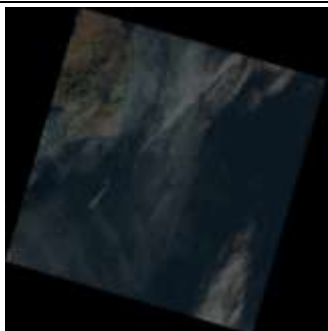
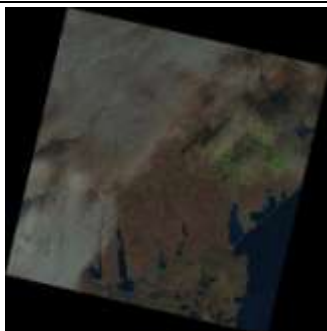
In the course of the work, the availability of photographs of the research area and the possibility of using them to solve the identified problems were analysed (Table 6.2). In the table, the dates for which the information is complete (the research area is free of clouds and fog) are marked in green, in yellow - partially present clouds and/or fog, in red - clouds and

fog do not allow obtaining the necessary information. The main factors preventing the processing of images are the presence of cloudiness in the research area.

**Table 6.2.** View of Landsat 8 images for July-December 2022 available for analysis of the state of the Danube Delta coast

Path 180 Raw 029		Path 181 Raw 028	
Date	Overview image	Date	Overview image
7.7.22		-	
23.7.22		14.7.22	
8.8.22		30.7.22	
24.8.22		15.8.22	

Path 180 Raw 029		Path 181 Raw 028	
Date	Overview image	Date	Overview image
9.9.22		31.8.22	
25.9.22		16.9.22	
11.10.22		2.10.22	
27.10.22		18.10.22	
12.11.22		3.11.22	

Path 180 Raw 029		Path 181 Raw 028	
Date	Overview image	Date	Overview image
28.11.22		19.11.22	
14.12.22		5.12.22	
30.12.22		21.12.22	

Thus, from 23 Landsat-8 spacecraft images (available for the second half of the year), 10 images were selected for further processing in the database for the following dates: 23.07.2022, 30.07.2022, 08.08.2022, 24.08.2022, 9.09.2022, 16.09.2022, 25.09.2022, 11.10.2022, 27.10. 2022, 21.12.2022

All images are transformed into UTM zone 35N of the WGS-84 coordinate system. The spectral channels were also merged into a single image. Pre-processing of images from the Landsat 8 spacecraft included increasing the spatial resolution of the spectral channels to 15 m using the panchromatic channel using the High Pass Filter (HPF) resolution merge method.

Further processing of the images included radiometric and atmospheric correction of the data to analyse the dynamics of the coastal strip and the distribution of suspended solids in the arms of the Danube and the Black Sea water area.

### ***Dynamics of distribution of suspended substances***

The analysis of space images for the period July-December 2022 made it possible to display the dynamics of suspended solids (SS) in the western part of the Black Sea water area in the area of delta of the river Danube. On fig. 6.1 - 6.2 show synthesized space images consecutively for several months.

For a quantitative assessment, a calculation analysis was carried out and the relative concentrations of suspended substances in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the mouth of the Danube were given (Fig. 6.3–6.7). Image analysis was performed using the method based on the use of the red channel with a wavelength of 0.6–0.7  $\mu\text{m}$  [2, 4, 5].

In July and August, the removal of suspended solids of low intensity in the south and south-east direction was observed. At the beginning of September, the flow of increased intensity is directed to the north-east, in the second half of September, the removal of suspended substances of medium intensity occurs in the eastern direction. In October, the direction of removal is south-east, in December – east.

The most intensive removal of suspended solids was observed on September 9 and December 21. The minimum values of removal were observed on July 23. In other observation periods, the intensity of removal was moderate.

### ***Dynamics of coastlines***

The analysis of satellite images made it possible to study the spatio-temporal changes of the coastline. For the analysis, a combination of far, medium and near infrared channels was used, which equalizes the phototone of the water surface and makes it more contrasting in relation to the land surface [8].

As in previous years, for a comparative visual analysis of the images, the areas where the most significant changes to the coastline took place are highlighted: Taraniv Bay, Ptashynyi island, Nova Zemlya islands.

#### ***Taraniv Bay***

In 2020 and 2021, spring erosion of the foreland was not observed (in contrast to previous years), only at the end of autumn north of the mouth of the Prorva, a slight elongation of the western wing of the foreland and its thickening was observed. In the second half of 2022, there was a slight increase in braids (Fig. 6.8).

#### ***Ptashynyi island***

In 2014, processes were observed that actively increased the island. They slowed down somewhat in 2015-2016, the contours of the island did not change significantly. In 2017, fluctuations in the area of the intracoastal space between the island and the shore were observed, and in August the southern part of the island closes with the shore. In 2018, the island turned into a peninsula and remains in this state until now (Fig. 6.7).

In 2022, as well as in 2019-2021, there were no significant changes in the configuration of the shores of the Ptashynyi island (peninsula) (Fig. 6.9).

#### ***Nova Zemlya island***

During the observation period of 2010-2019, the configuration of the shores of the Nova Zemlya islands was quite unstable and changed in size mainly in the latitudinal direction. In 2019-2021, the structure of the Nova Zemlya islands remained almost unchanged.

In the second half of 2022, no significant changes to the coasts were observed (Fig. 6.10).

### ***Conclusions***

To analyse the dynamics of the coastal strip and the distribution of suspended matter in the Danube Delta in 2022, a database of space images has been created, and their processing and decoding is underway.

A visual analysis of the distribution of suspended solids in the western part of the Black Sea water area in the area of the Danube River delta showed the following dynamics:

-the general direction of removal of suspended solids is south and south-east, in certain periods the coastal current and wind flow carry them in the north-east and east direction;

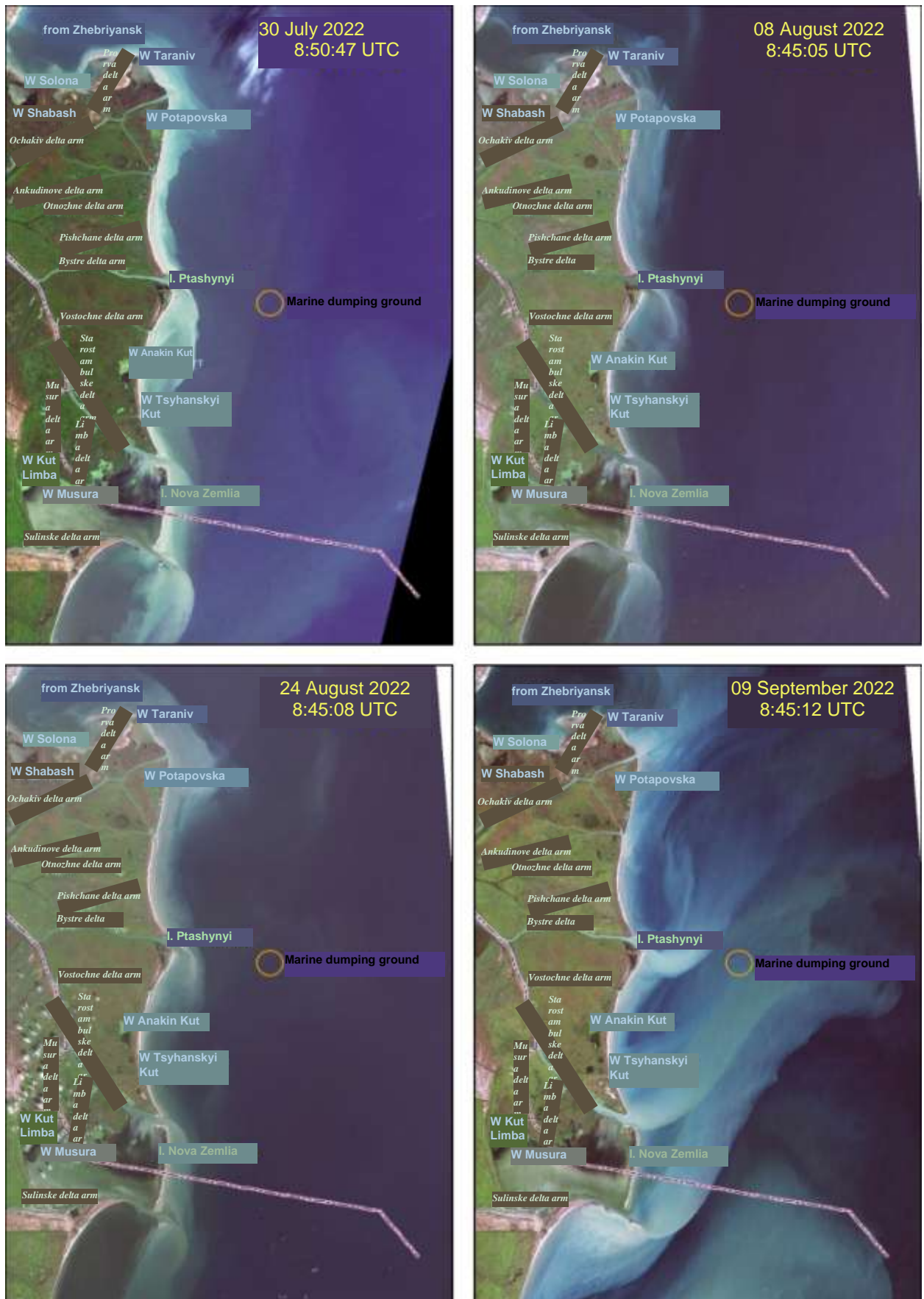
-no phototone anomalies are observed in the dumping zone;

-in the second half of the year, no significant changes in the configuration of the capes and coastline were detected.

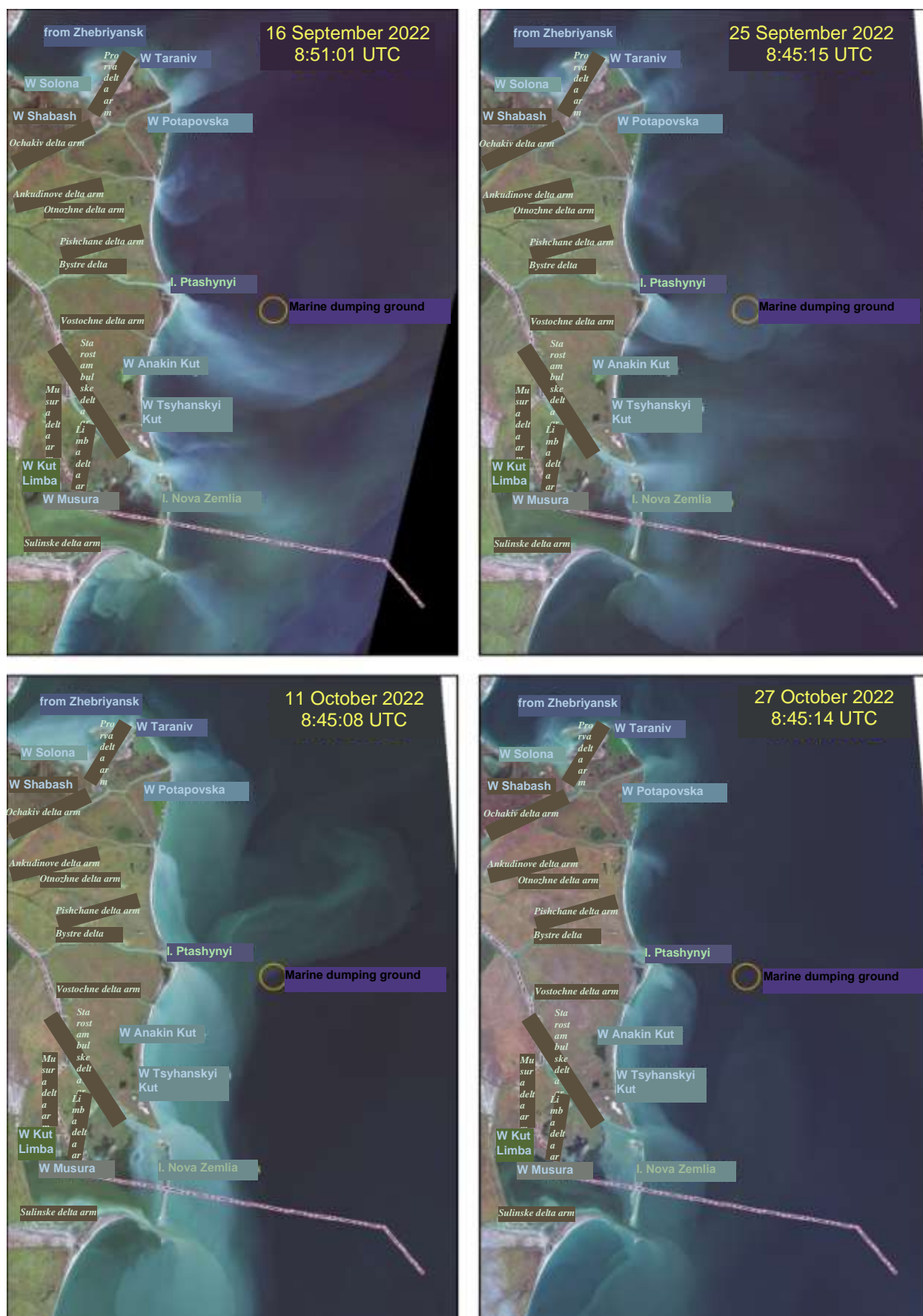
### ***References to the section***

1. Kilham, N. E., D. Roberts, and M. B. Singer (2012), Remote sensing of suspended sediment concentration during turbid flood conditions on the Feather River, California—A modelling approach, *Water Resour. Res.*, 48, W01521, doi:10.1029/2011WR010391.
2. Lavery, P. at al. Water Quality Monitoring in Estuarine Waters Using the Landsat Thematic Mapper // *Remote Sens. Approximately*. No. 46, 1993, p.268-280.
3. Long C.M., Pavelsky T.M. Remote sensing of suspended sediment concentration and hydrologic connectivity in a complex wetland environment // *Remote Sensing of Environment*, #129 (2013), p. 197-209.
4. Tassan, S. (1987), Evaluation of the potential of the Thematic Mapper for Marine application, *Int. J. Remote Sens.* 8:1455.
5. Tassan, S., 1997, A numerical model for the detection of sediment concentration in stratified river plumes using Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing*, 18, pp. 2699–2705.
6. Zhou W.at al. Mapping the concentrations of total suspended matter in Lake Taihu, China, using Landsat- 5 TM data, *International Journal of Remote Sensing*, 2006, v. 27, No. 6, p. 1177-1191.
7. Gurova E.S. Methodological features of the use of MODIS satellite images to assess the distribution of suspended matter in the coastal waters of the south-eastern Baltic // *Tr. int. conf. Creation of artificial beaches, islands and other structures in the coastal zone of the seas, lakes, reservoirs*. Novosibirsk: Ed. SO RAN, 2009. P. 130–140.
8. Modern information technologies of ecological monitoring of the Black Sea / Dovgiy S.O., Klochko T.O. etc. Under red. S.O. Dovgyi. – K.: Information technologies, 2010. – 260 p.



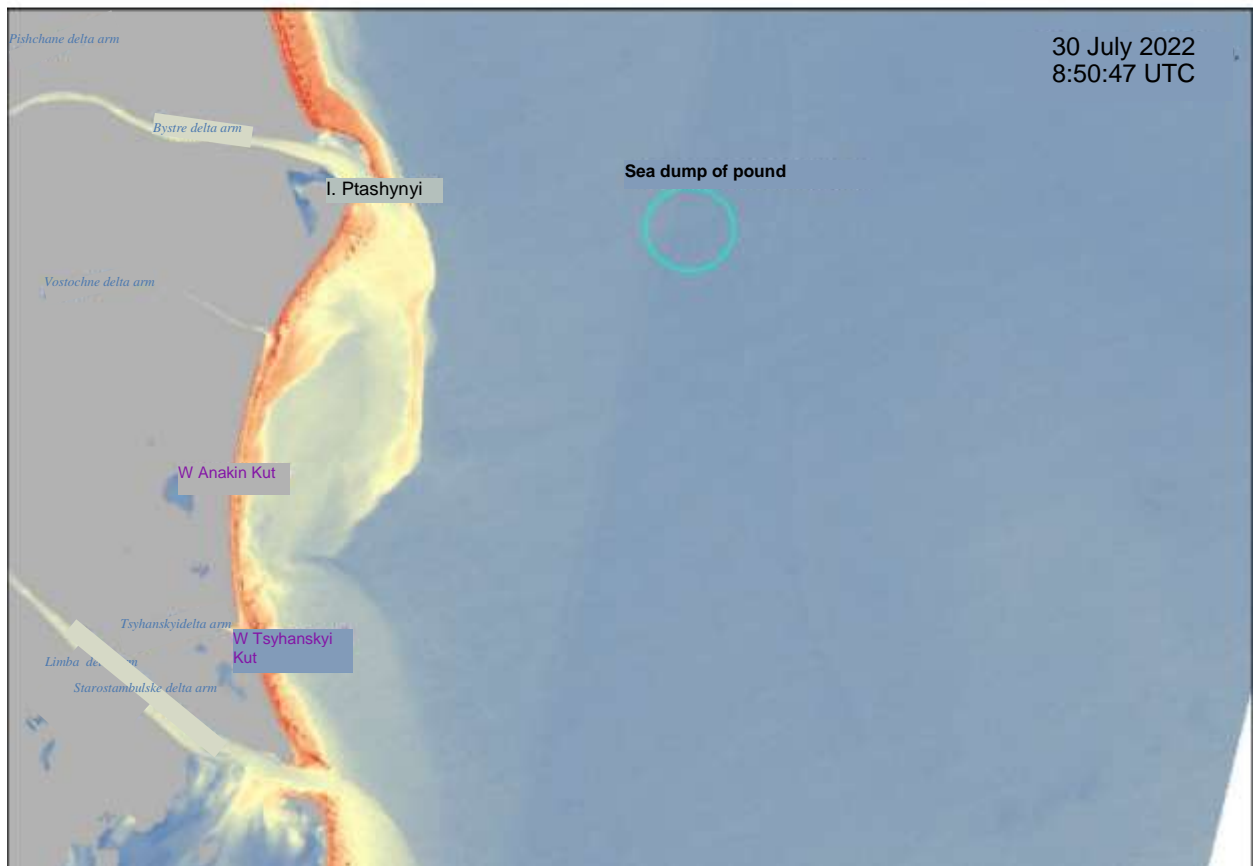
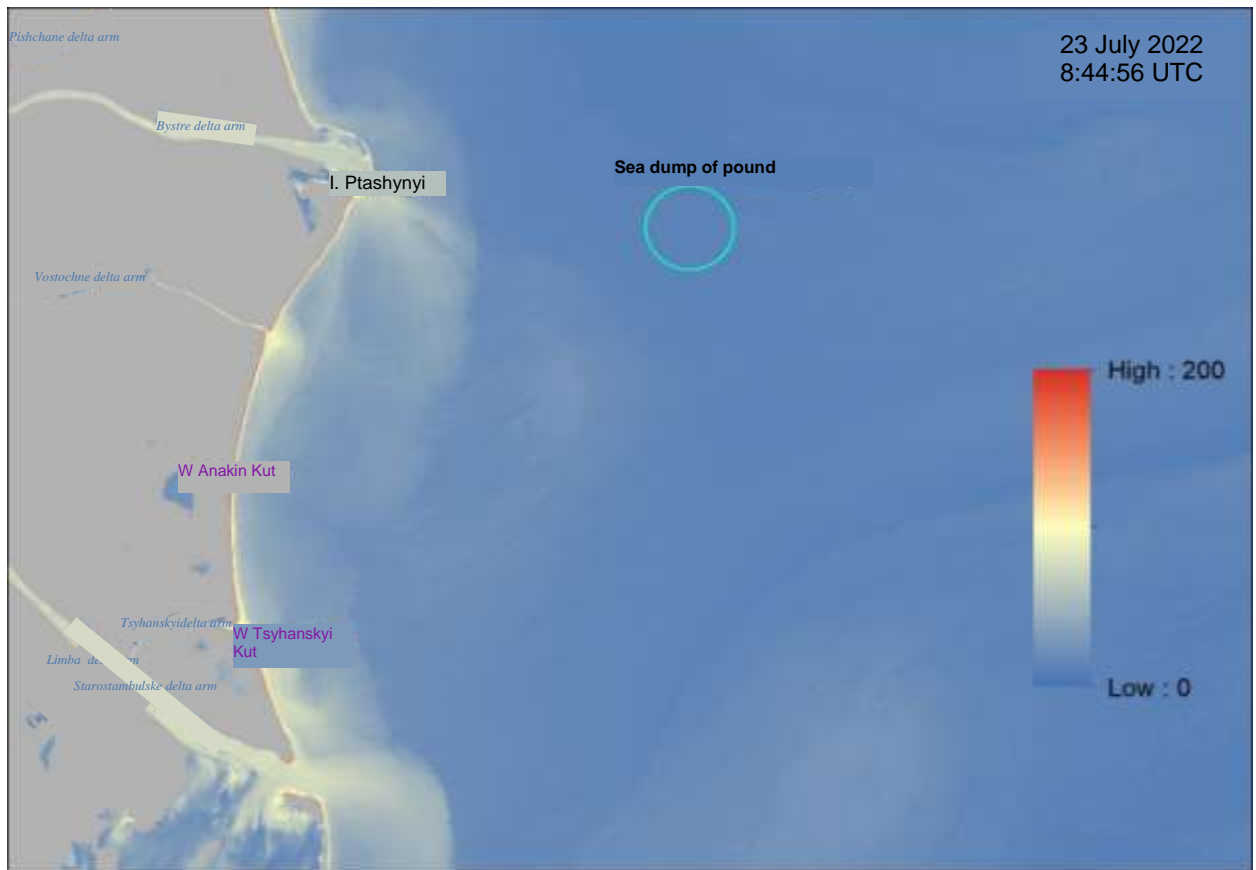


**Figure 6.4.** The drift flares of the Danube Delta in the coastal part of the Black Sea water area (Landsat 8 images, red, green, blue channels), July-September 2022.

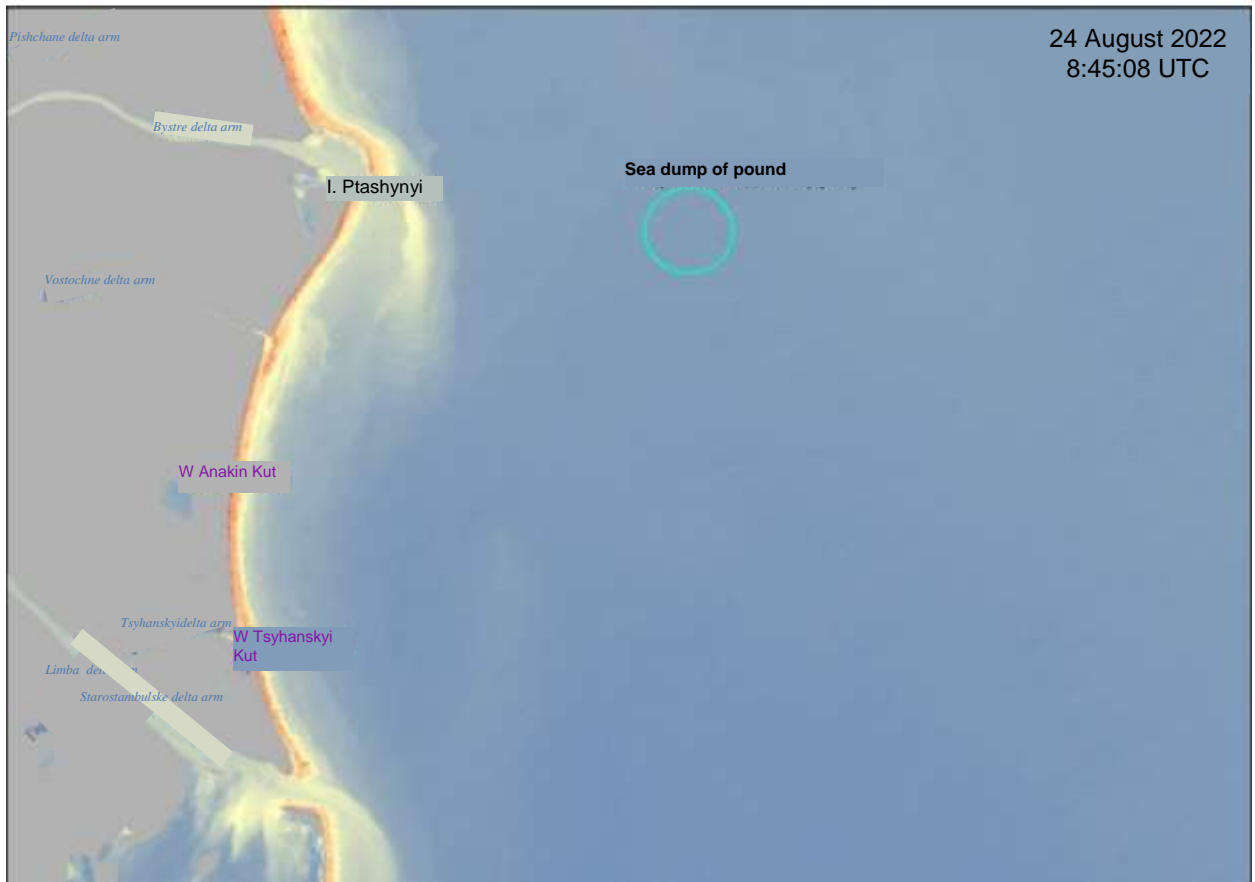
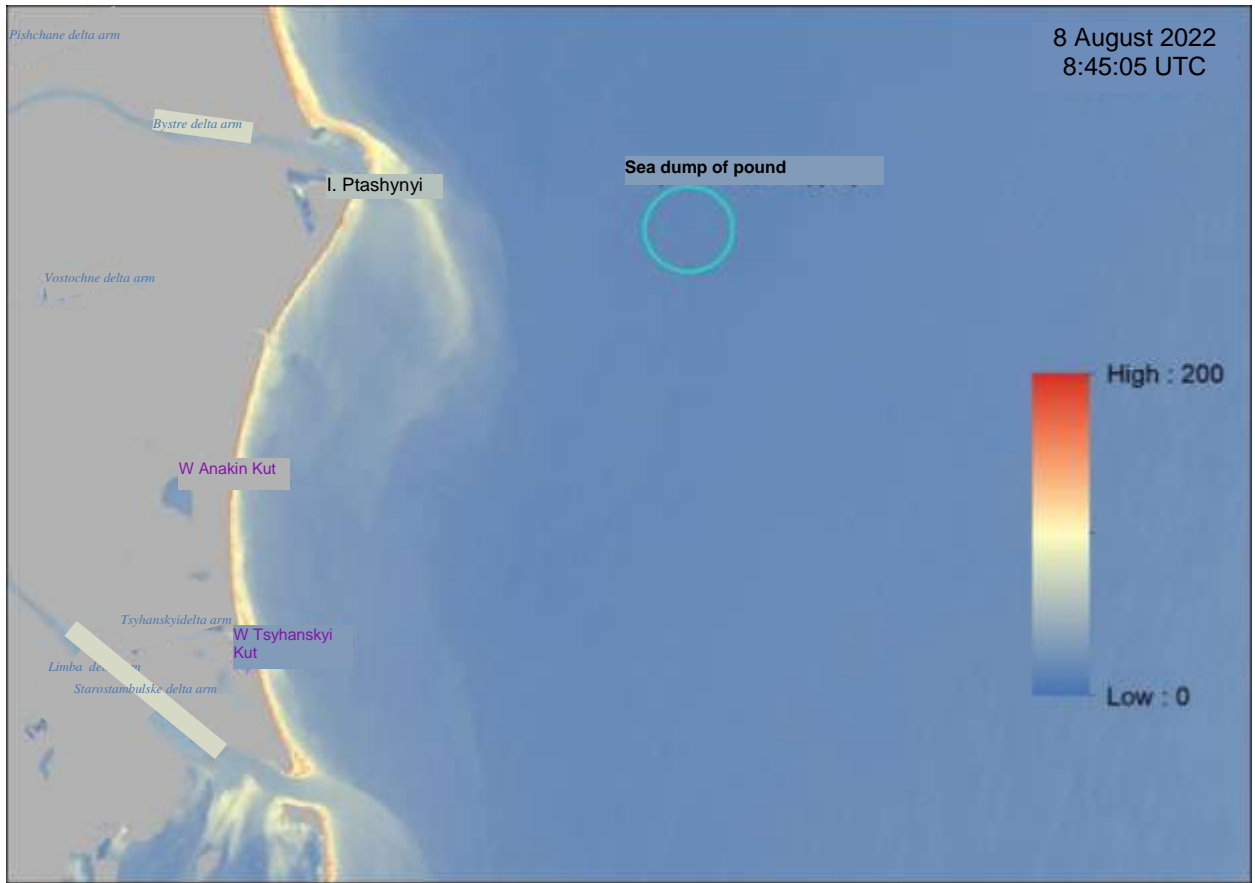


**Figure 6.5.** The drift flares of the Danube Delta in the coastal part of the Black Sea water area (Landsat 8 images, red, green, blue channels), September-October 2022.

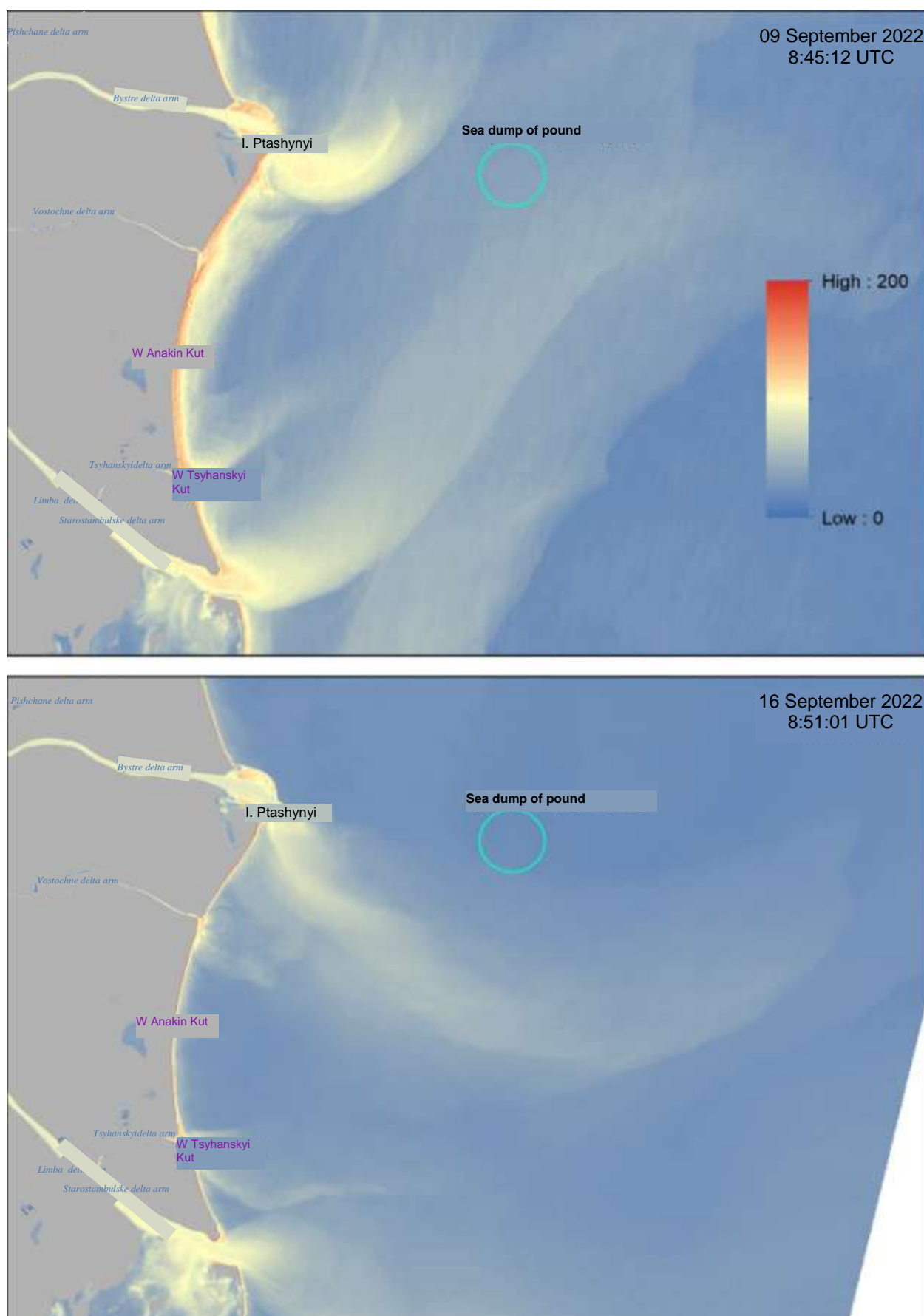




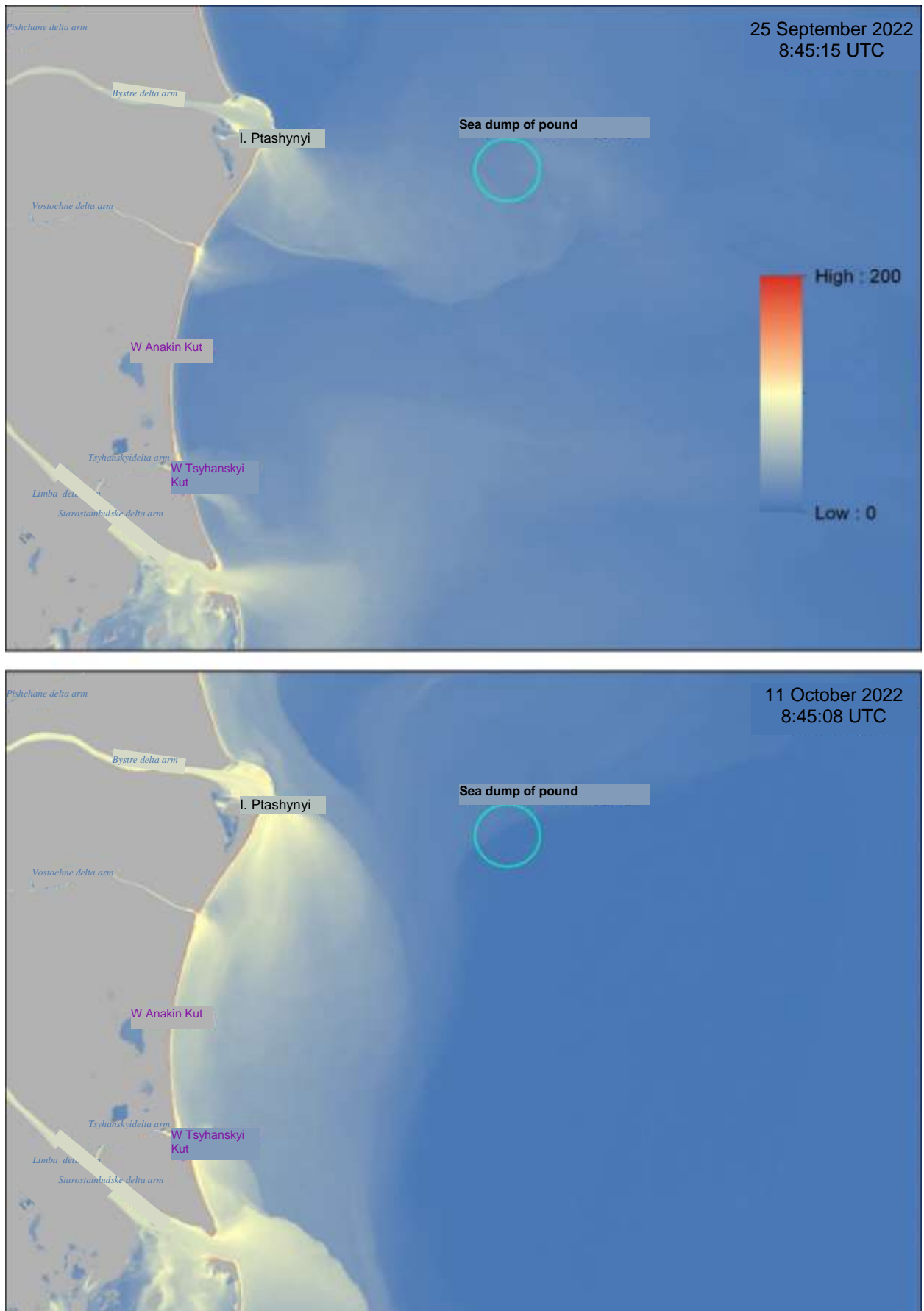
**Figure 6.6.** Concentrations of suspended substances in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the Bystre and Starostambulskyi mouths (July 2022)



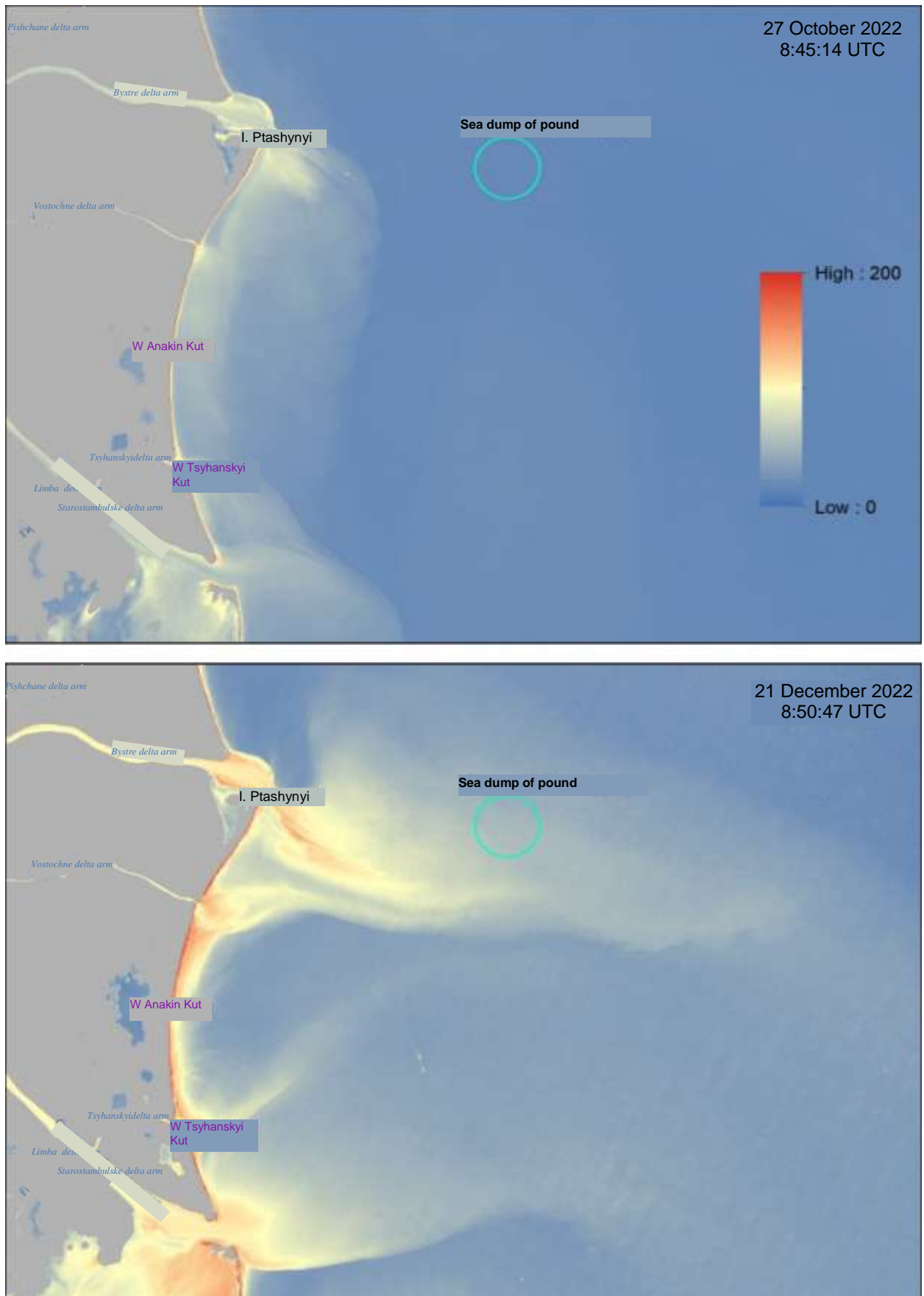
**Figure 6.7.** Concentrations of suspended solids in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the Bystre and Starostambul'skyi mouths (August 2022)



**Figure 6.8.** Concentrations of suspended solids in the coastal part of the Black Sea water area in the area of the Bystre and Starostambulskyi mouths (September 2022)

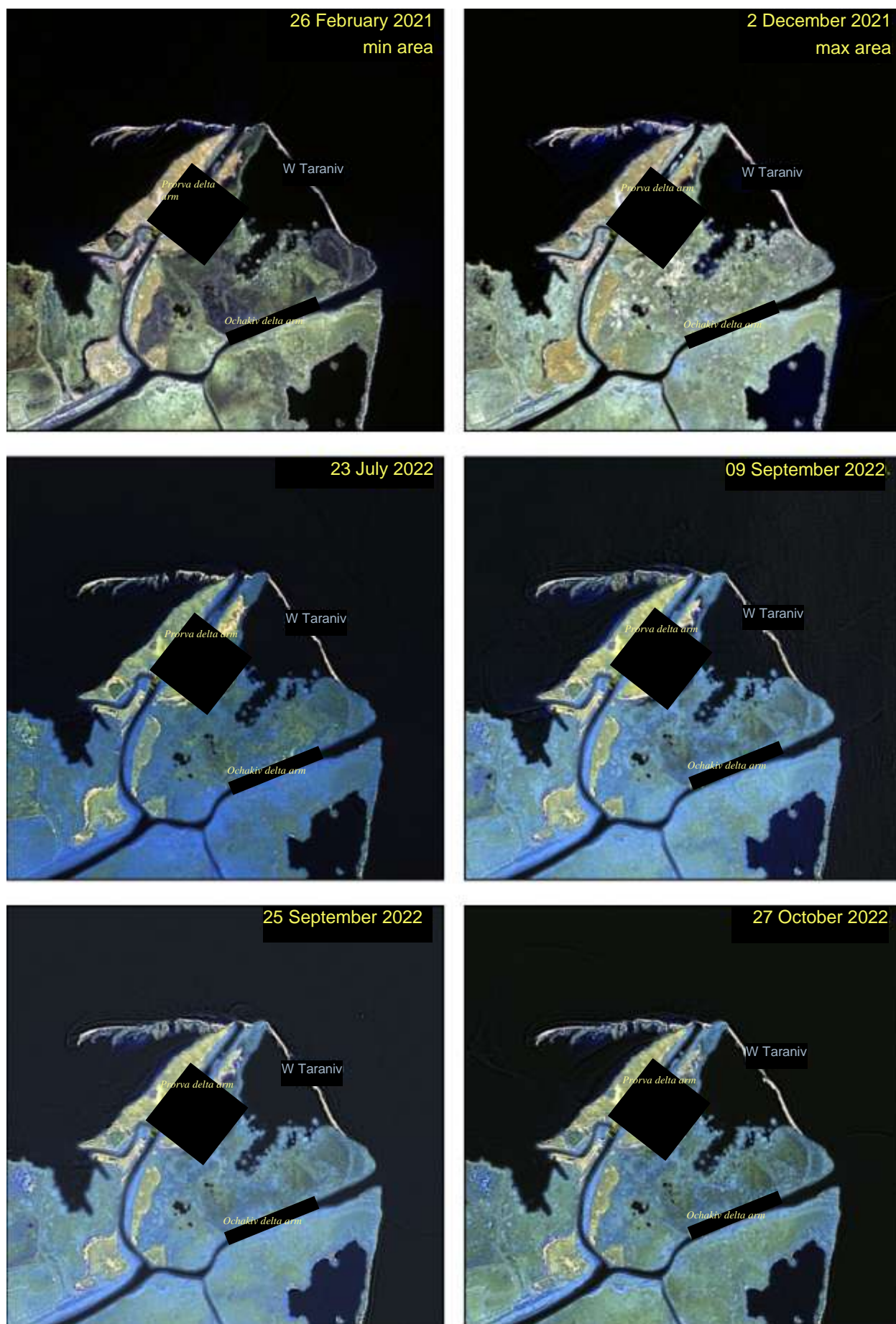


**Figure 6.9.** Concentrations of suspended solids in the coastal part of the Black Sea water area in the area of Bystre and Starostambul'skyi mouths (September-October 2022)



**Figure 6.10.** Concentrations of suspended solids in the coastal part of the Black Sea water area in the area of Bystre and Starostambul'skiy mouths (October-December 2022)





**Figure 6.11.** Change of coastline and jetties in the area of Taraniv Bay

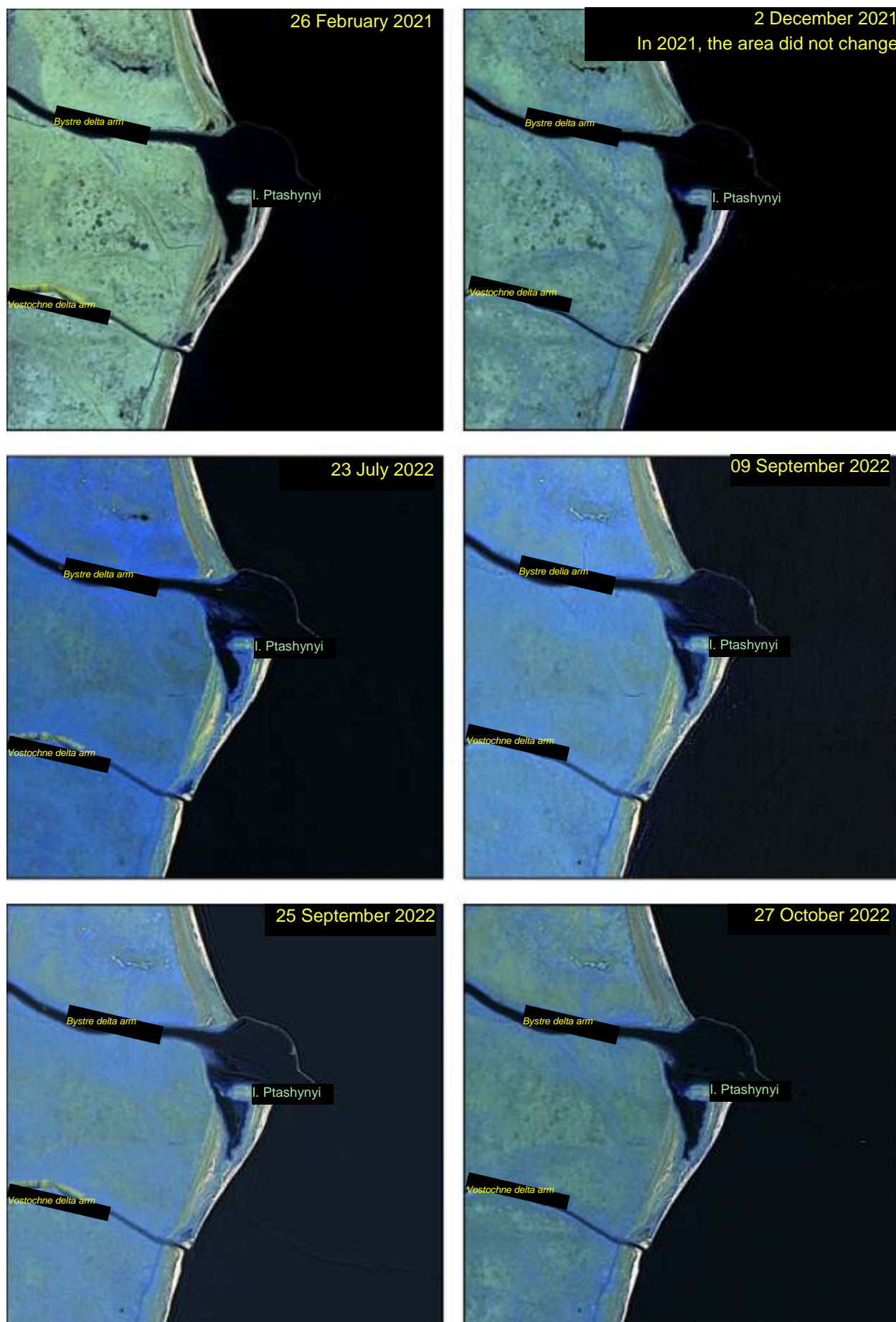
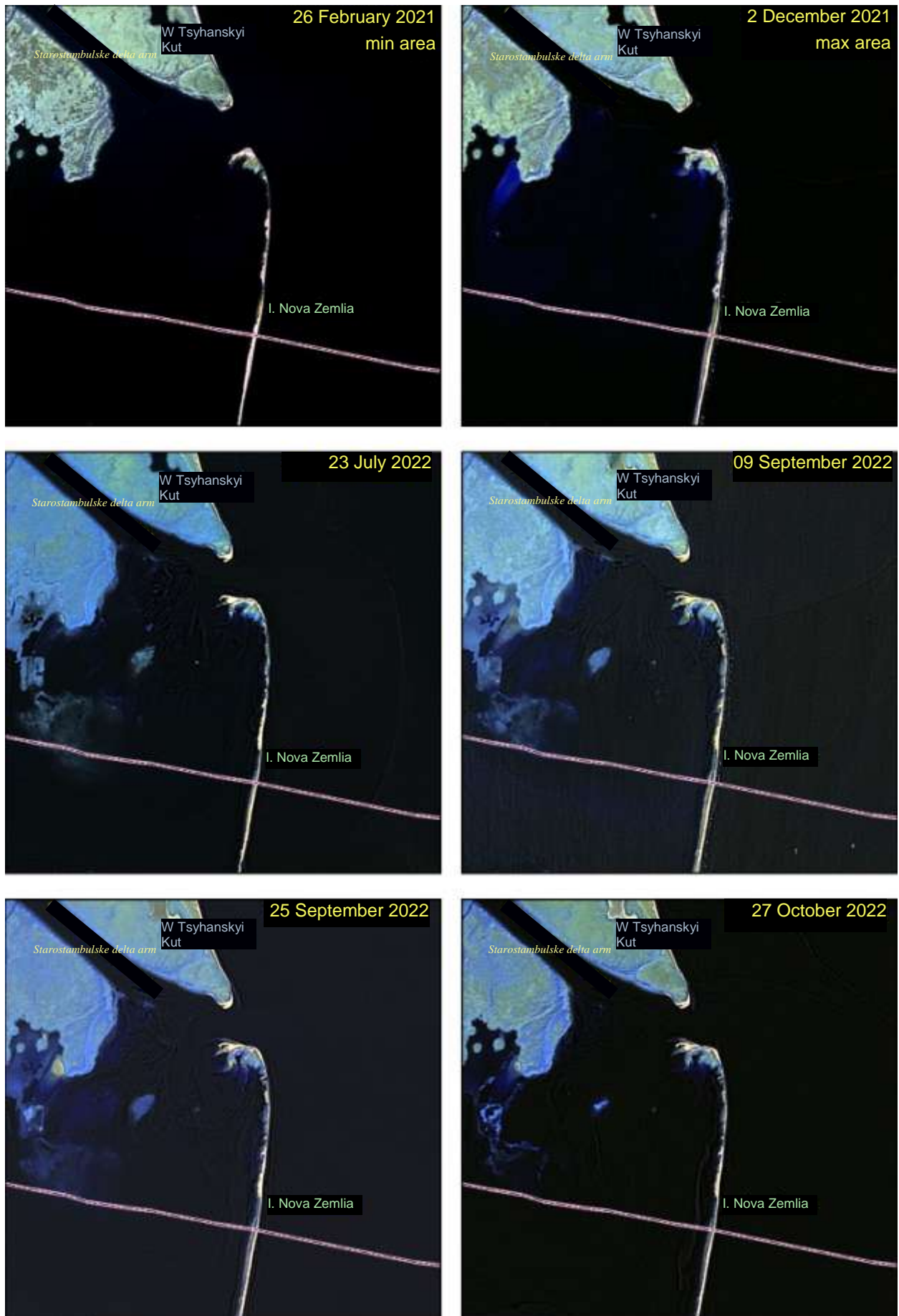


Figure 6.12. Changing the configuration of the shores of Ptashyni island





**Figure 6.13.** Changing the configuration of the shores of the island of Nova Zemlya



## 7. Monitoring of the marine hydraulic dump of the soil in the conditions of operation of the DWNF Danube river - Black sea

### *A brief technical description of the sea dump of dredging soils*

The marine dump of dredging soils of the marine bar part of the GSC represents a circle with the coordinates of the centre 45°19'13" NW; 29°51'58" SE with the following parameters:

- the radius of the sea dump is 5 kbt. (925 m);
- the area of the sea dump is 2,692,475 m<sup>2</sup>.

In the process of construction and operation of the sea bar part of the DWNF on the sea dump, bottom sediments developed during dredging on the sea approach and DWNF "Danube river-Black sea" were formed.

According to the project documentation, it was envisaged to divide the sea dump of dredging soils into seven loading blocks with the coordinates of the centres:

- I – 45°19'13"N 29°51'58"E; II – 45°19'33"N 29°51'58"E;
- III – 45°19'23"N 29°52'23"E; IV – 45°19'03"N 29°52'23"E;
- V – 45°18'53"N 29°51'58"E; VI – 45°19'03"N 29°51'33"E;
- VII – 45°19'23"N 29°51'33"E.

The boot block parameters are the same and consist of:  
radius – 277.5 m; area - 241800 m<sup>2</sup>.

The design loading depth of the sea dump is 19.0 m.

### *The final residual soil capacity of the dump*

Average residual soil capacity of the marine hydraulic dump of dredging soils of the marine bar part of the DWNF, according to the depth measurement from May 26, 2021, determined at the level of 6613439 m<sup>3</sup>.

Residual soil capacity of the hydraulic dump as of the beginning of the 1st quarter of 2022, taking into account the stored after measurement soils, composed 6461740.0 m<sup>3</sup>.

After the completion of works in the 1st and 4th quarters of 2022, the residual soil capacity of the hydraulic dump as of the beginning of 2023 is 6461740.0 m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> – 62645.2 m<sup>3</sup> - 314153.6 m<sup>3</sup> = 6084941.2 m<sup>3</sup>.

In the reporting period, compensation payments for water pollution during dredging operations in the 1st and 4th quarters of 2022 were calculated.

Operational dredging works in the 2nd and 3rd quarters of 2022 were not carried out on the sea access channel of the DWNF Danube river-Black sea with the storage of soils on the sea underwater dump in the adjacent part of the NWBS.

The size of the fee for water pollution in the 4th quarter of 2022 is: **1147141.58 UAH.**

### *Recommended measures for further operation of the hydraulic dump*

The researches of the past years have confirmed the absence of a regional impact of the dump in terms of the transfer of compacted soils. To determine numerical

characteristics and objective assessment of the impact of the dump on the morphology of the adjacent water areas, it is recommended to conduct observations on the distribution and movement of soils placed on the dump by means of detailed measurements of the depths in the water areas adjacent to the dump and to assess the scale of soil transfer from the marine dump using the method of "marked" (colored) soils, the method of observing changes in the physical and mechanical properties of the bottom sediments of the sea dump and adjacent water areas to determine correlational dependencies between them, or some other method.

The results of complex monitoring studies in recent years indicate that the hydrological, hydrochemical and hydrobiological conditions of the Ukrainian section of the Danube did not significantly differ from the long-term indicators.

The study of morphological and volumetric changes in the topography of the hydraulic dump of dredging soils makes it possible to give recommendations for the further rational exploitation of the dump:

1. Continue the implementation of the technology of compact stacking of dredging soils on separate loading blocks to ensure the development of soil compaction processes and reservation of the surface of the hydraulic dump. In the first case, the reverse-gradual dynamic capacity of the hydraulic dump is ensured, in the second case, the spreading of dredging soils beyond the hydraulic dump is prevented by gravitational processes and currents of various genesis, which has a positive ecological effect.

2. Loading of dredging soils on separate blocks should be alternated with a period of 1 year. This will ensure the dredging soil compaction cycle with the maximum effect of the process.

3. Provide for additional studies of the topography dynamics of the bottom of the hydraulic dump and stored dredging soils.

4. Clarification, control and automation of calculations should be carried out with the introduction of GIS methods and special software.

## CONCLUSION

The program of environmental monitoring of the Ukrainian section of the Danube River in the conditions of operation of the deep-water navigation fairway Danube river-Black Sea has been completed.

The weather in the Danube mouth region was characterized by warm winter and cool spring. The average air temperature for the winter months of 2022 was 2.8° above normal. In spring, the average seasonal air temperature was 0.3° below normal. The summer was hot and dry. The average seasonal air temperature was 1.6° higher than the long-term norm. In autumn, the average seasonal air temperature was 1.1° higher than the long-term norm. There was little precipitation during the reporting period. The biggest precipitation deficit was observed in August.

Average monthly water levels in the reporting period according to the Reni post were lower than the long-term values by 9-166 cm, with the exception of January and December by 5 and 16 cm, respectively. Ice phenomena were not observed in the winter period.

Into the Black Sea for the entire observation period from January to December 2022 from the Danube 138 cubic meters km of water, which corresponds to an average water consumption of 4370 cubic meters. m/s. The maximum average daily flow of water at the top of the Danube Delta (7530 cubic m/s) was observed in December, minimum (2410 cubic meters per second) — in August.

The average water consumption of the Bystre arm was 846 cubic meters per second. Thus, 26.7 was carried out into the sea through the Bystryi arm cube. km of water, or 19.3 % of the total inflow into the delta at the closing tributary of the Danube. The maximum values of water flow were 1410 cubic meters per second in December, the minimum (513 cubic meters per second) in August.

The flow of suspended sediments of the Danube in 2022 amounted to 6.38 mln. tons, of which 1.14 million tons, or 17.9% of the total amount, passed through the Bystre arm.

Hydrochemical monitoring program of the Ukrainian section of the river Danube for 2022 not fully completed. In connection with the beginning of the war in March, observations were made at 8 stations out of 17 planned, in the future there were no observations on Bistryi arm (1.0 and 9.5 km). In April - December, sampling was carried out at 15 stations. 27 ingredients were determined in all selected samples.

Laboratory analysis of water samples was carried out in a laboratory that was audited for compliance of the measurement system with the requirements of DSTU ISO 10012:2005. The obtained results are reliable and can be used to maintain a database of hydrochemical and hydrophysical indicators.

Hydrochemical regime of the river Danube depends mainly on changes in hydrological factors: water content, water temperature and amount of suspended solids. Significant current velocities and flow turbulence contribute to the homogeneity of hydrochemical indicators and their relatively limited amplitude.

The average value of pH in the reporting period did not differ from the long-term average and was close to 8.00. The concentration of dissolved oxygen and carbon dioxide were higher in the cold period of the year. With increasing temperature, their decrease was noted. In the Danube water, organic substances that are difficult to oxidize prevailed almost 7 times the amount of easily oxidizable substances. Of the biogenic elements, the concentrations of nitrogen, phosphorus and silicon were monitored. The concentration of nitrogen compounds in the Danube water was lower compared to the long-term values.

They differed the least from the long-term concentrations of ammonium nitrogen, larger deviations were characteristic of the concentrations of nitrite and nitrate nitrogen. In 22% of the selected samples, reaching and exceeding the MPC for nitrite nitrogen was recorded. The concentration of mineral phosphorus was at the level of previous years, and the concentration of total phosphorus and silicon in the reporting period was lower than the long-term values.

Danube water contains a significant amount of dissolved salts. The average values of the main ions in the reporting period exceeded the values of multi-year concentrations.

Of the substances - pollutants that were found in the Danube water in the reporting period, petroleum products and synthetic surfactants did not reach the MPC levels, although noted a doubling of the concentration of synthetic surfactants in comparison with average long-term values. The average concentration of phenols was at the level of 2 MPC and twice exceeded this characteristic for a number of long-term observations. In 94% of the selected samples, the level of MPC was exceeded. The average concentration of hexavalent chromium was almost on levels of multi-year value. In 95% of the selected samples, the concentration of hexavalent chromium exceeded the MPC value.

Expeditionary research was carried out in the Kiliya Danube Delta, the sections of the DWNF Danube–Black Sea on the Solomoniv, Kiliyskyi and Starostambulskyi arms, as well as the section of the Ochakiv arm, which is tangent to the DWNF route, were surveyed. Sampling of bacterioplankton, algal flora and benthic invertebrates was carried out according to standard hydrobiological methods, taking into account the recommendations of the EU Water Framework Directive. The main biotic and abiotic conditions (condition of macrophyte thickets, temperature) corresponded to the winter period. The lowest water pH values and the highest eH and salinity values among all monitoring stations were registered in the locations of the "grain corridor" vessels (the Kiliyskyi arm above the marine terminal).

Preliminary data of microbiological studies established that the waters of the studied areas belonged to the IV–V class (dirty – very dirty waters) of water quality, and also revealed the presence of pathogenic microorganisms in the water (*Klebsiella* spp., *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* and *St. epidermidis*)

In December 2022, the floristic spectrum of phytoplankton of 8 studied bodies of the Ukrainian part of the river Danube was represented mainly by the diatom complex, characteristic of rheophilic river phytoplankton of the cold season, and by a relatively low species diversity – 50 species, among which diatoms comprised 28 taxa, green 8, other divisions – from 1 to 3. The number of species of planktonic algae in the studied bodies varied from 14 to 19. A noticeable fluctuation in the quantitative development of phytoplankton in terms of number (15.65 - 28.72 million  $\text{kl}/\text{dm}^3$ ) and less pronounced in terms of biomass (0.64 - 1.07  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). The number of phytoplankton was determined mainly by blue-green algae, the biomass by blue-green and diatoms, and green and golden algae reached significant values in some areas.

The saprobity index, calculated according to the Pantle and Bukk method, was at the level of 1.62 - 1.65, therefore, the water quality in all the investigated bodies according to the Methodology for Ecological Assessment of the Quality of Surface Waters corresponded to the II class of water quality, category 3 (value of the saprobity index 1, 6 – 2.0): "good" according to the state of water quality, "fairly clean" according to the degree of purity/pollution,  $\beta'$ -mesosaprobe zone. At the same time, according to the biomass of phytoplankton, only one section line belonged to this category of water quality -

Starostambulskyi arm 11 km (biomass 1.07 mg/dm<sup>3</sup>), and all the others - to the neighboring, cleaner, 2 category II class: "very good" in terms of water quality, "clean" in terms of purity/pollution,  $\alpha$ -oligosaprobic zone (biomass 0.5 - 1.0 mg/dm<sup>3</sup>), which is explained by the low development of phytoplankton biomass in cool seasons.

In general, the quantitative and qualitative composition of the phytoplankton of the considered creatures in December 2022 corresponded to the cool winter season and the type of the investigated reservoirs.

According to the levels of chronic toxicity, two water samples (river Bystre arm 9 km, Starostambulskyi arm 4 km) is assigned to the 2nd quality class, such waters are slightly polluted. According to the results of biotesting, 6 water samples were assigned to the 1st quality class according to the degree of pollution - clean water (river Danube above Vylkove 1 km; Starostambulskyi arm 11 km, Bystre arm 1 km, 0km; Ochakiv 17 km, 6 km).

The results of the conducted monitoring confirm the lack of influence of the operation of the Danube river-Black sea hydroelectric power station on the hydrological and hydrochemical regime of the Danube delta, including in the cross-border aspect.

In the reporting period, ichthyological monitoring continued. Dredging and storage of soils, which provides the passport characteristics of the sea approach channel of the DWNF, primarily affects the food base of fish, and to a lesser extent, the conditions of reproduction and early juveniles of ichthyofauna. However, studies conducted within the framework of environmental monitoring of dredging sites at the DWNF show that this action is mainly limited to local sites during the production period. Dredging works cause a short-term increase in the concentration of suspended substances in water.

The direct impact of soil development and dumping on ichthyofauna is relatively small, if these works are not carried out in fish spawning areas during the spawning period. In order to minimize the negative impact of the works on the ichthyofauna, it is advisable to reduce the volume of dredging works to the minimum necessary to ensure the safety of navigation during a specialized state ban on fishing.

To calculate losses during the restoration of the DWNF "Danube river-Black sea" in the IV quarter of 2022, it is predicted that the biomass of forage phytoplankton in the background areas of the sea may be 128 mg·m<sup>-3</sup>, in the dredging zone - 178 mg·m<sup>-3</sup>, and in the soil dumping zone – 164 mg·m<sup>-3</sup>, feed zooplankton – 39 mg·m<sup>-3</sup>, 28 mg·m<sup>-3</sup> and 35 mg·m<sup>-3</sup>, total feed zoobenthos – 24797 mg·m<sup>-2</sup>, 6943 mg·m<sup>-2</sup> and 21821 mg·m<sup>-2</sup> in accordance.

To calculate the damage caused to the components of the natural environment during dredging operations in the IV quarter of 2022, the materials of multi-year monitoring studies were used. which are based on the analysis of long-term ecological monitoring data in the Danube delta for the period 2004–2021.

Operational dredging works in the reporting period of the 4th quarter of 2022 on the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black sea with the storage of soils on the sea underwater dump in the adjacent part of the NWBS were carried out by the marine bilge self-propelled earthmoving machine "HEGEMANN IV" with a general with a volume of 314,153.60 m<sup>3</sup> (Appendix 5). In the fourth quarter, the amount of payments was **1265138.66** UAH, incl. **1147141.58** and **117997.08** by impact on the aquatic environment and fish resources, respectively.

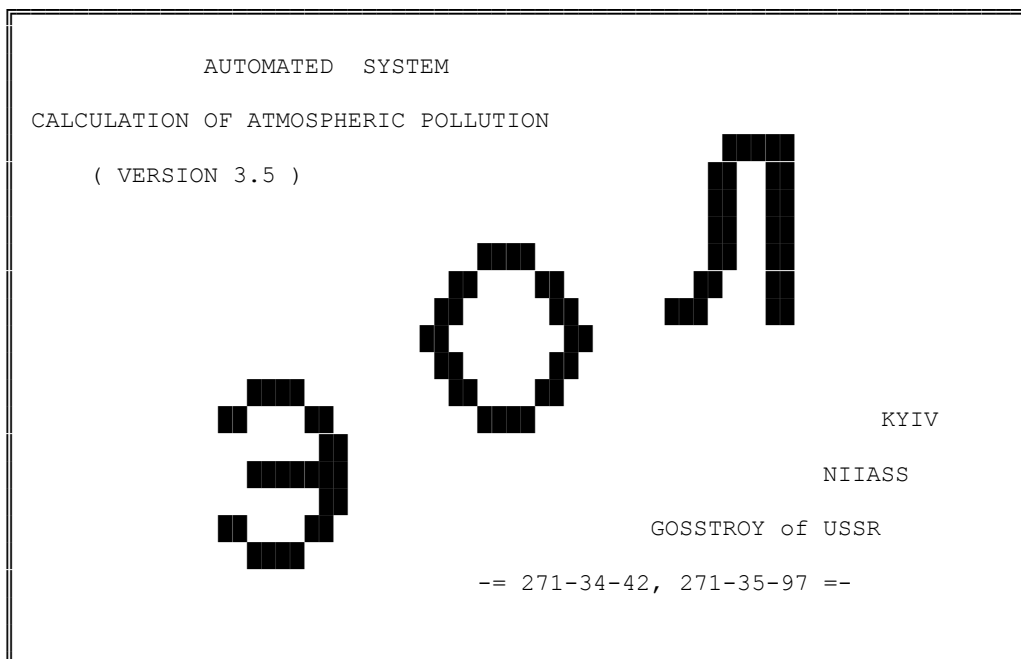
The residual soil capacity of the hydraulic dump as of January 1, 2023 is: 6084941.2 m<sup>3</sup>.

In the reporting period, in accordance with the Program, work was carried out on the monitoring of plant and animal communities on the territory of the DBR, hydrobiological monitoring, monitoring of the state of ichthyofauna. Some materials collected during the reporting period during field expedition research are in the processing stage. During monitoring in the reporting period, no significant direct impact of the operation of the DWNF Danube river - Black sea on the state of plant and animal communities on the territory of the DBR was noted.

The replenishment of space image databases for further analysis continued the dynamics of the coastal strip and the distribution of suspended substances in the branches of the Danube and the Black Sea water area.

According to the results of the monitoring works, no significant impacts of the operation of the DWNF "Danube river-Black sea" and the maintenance of the passport characteristics of the sea approach channel in the Ukrainian part of the Danube Delta, as well as the transboundary impact of the marine dumping of soil, development and storage of soil, were found.

## APPENDIX L

CALCULATION OF THE DISPERSION OF EMISSIONS FROM ONSHORE  
HYDRO DUMPS

SYSTEM CALCULATION MODULES  
' EOL ' IS IMPLEMENTED  
METHOD O H D - 8 6

APPROVED MGO named after A.I. Voeikova  
until 31.12.96  
ref. 117/23 of 15.02.96

The program is recommended for use by the Ministry of  
Environmental Protection of Ukraine until 12/31/96

GENERAL REPORT ON RESULTS OF CALCULATION

KIEV

Calculation task							
City name	Kiliya						
Sites coeds	1						
Substance codes	303						
Group codes	-						
summations							
Wind speed(m/c)	0.5	15					
Wind speed (fractions of Ums)	0.5	1	1.5				
Step forward wind direction	10						
Fixed wind dir.	-						
Number of max. cont.	1						
Amount of max. conc.	10						
Is the background taken into account	No						
Parameters of calculation sites							
N of item	Simmetr. centre coord.		Length	Width	Grid step		Calc. cond. corner
	X	Y			axis OX	axis OY	pl. rel. axis OX base.syst.coord
1	-30	500	1	1	1		0
2	700	580	1	1	1	1	0
3	700	450	1	1	1	1	0
4	600	340	1	1	1	1	0
5	350	300	1	1	1	1	0
6	380	40	1	1	1	1	0
7	700	-150	1	1	1	1	0
10	280	150	5000	5000	100	100	0



## Description of meteorological conditions and geographical reference of the region

Name city	Aver. max. temperature the hottest- month	Aver. temperature air in the coldest month	Limit speed wind	Regional coefficient stratifikation atmosphere	Rotation angle axes OX main system coordinate with direction to north	Square city sq. km.
Kiliya	35.40	-12.40	15.00	200.0	90.00	0.00

## Description of the wind rose of the region

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
16.00	16.00	7.00	10.00	12.00	9.00	7.00	13.00

## Characteristics of the object's influence on atmospheric pollution

Industrial site Number	Name	Code	Substance or summation group Name ( Substances codes, included in groupe )	Parameter II	Emission power g/s
1	hydraulic dump	No. 6 303	Ammonia	7.57e+04	0.1230

Characteristics of pollutant  
substance

Name	Ammonia
Code	303
Coeff. F	1.0000
MPC	0.200000

List of sources in which ammonia is present in emissions

Source code	10001
Technolog. parameters	
Emission (g/s)	0.12303
Hazard class	4
CM CM (MPC part)	-
CM (mg/m3)	-
CM/M (1/m3)	4.21
XM (m)	28.50
UM (m/s)	0.50
Point coordinate, the beginning of lineyr centre symm. plane (m)	X   280.00 Y   450.00
End coordinate Linear, length and width pl. (m)	X   500.00 Y   500.00
Relief coefficient	1.0000
Consumption (m.cube / s)	0.0000
Drainage plug out speed:m/s	0.0000
Diameter (m)	0.0000
Height (m)	2.0000
Temperature (°C)	35.4000
Total sources	1
Including class 4	1
Weighted average dangerous wind speed	0.5000
Amount max. prize conc. (mg/m3) for planar sources (1 / m.cube)	4.2106

The highest concentrations of the substance Ammonia at the calculated points on the border of the dump - NN11-16 and on the border of the island - N17, and the numbers of the sources that give the greatest contribution

N	Concentr.	Coordinates		Direc	Speed	Contribution value and source number	
		settlement				making the greatest contribution	
point	in point	of point		tion	of wind		
nt	MPC part	-----		tion		-----	
		X	Y	wind		Q 0	N 0
11	0.141	-30.0	500.0	170.00	0.2500	0.141	10001
12	0.098	700.0	580.0	17.28	0.2500	0.098	10001
13	0.101	700.0	450.0	0.07	0.2500	0.101	10001
14	0.137	600.0	340.0	350.00	0.2500	0.137	10001
15	0.134	350.0	300.0	290.00	0.2500	0.134	10001
16	0.103	380.0	40.0	283.66	0.2500	0.103	10001
17	0.050	500.0	-150.0	304.98	0.7500	0.050	10001

Points of the highest concentrations of substance Ammonia on calculation site N 10 and numbers of sources that make the greatest contribution

Concentr.	Coordinates		Direc	Speed	Contribution value and source number	
	settlement				making the greatest contribution	
In point	of point		tion	of wind		
MPC part	-----		tion		-----	
	X	Y	wind		Q 0	N 0
0.152	80.0	650.0	130.00	0.2500	0.152	10001
0.152	80.0	250.0	230.00	0.2500	0.152	10001
0.152	480.0	650.0	50.00	0.2500	0.152	10001
0.152	480.0	250.0	310.00	0.2500	0.152	10001
0.144	-20.0	450.0	180.00	0.2500	0.144	10001
0.144	280.0	750.0	90.00	0.2500	0.144	10001
0.144	280.0	150.0	270.00	0.2500	0.144	10001
0.144	580.0	450.0	0.00	0.2500	0.144	10001
0.144	-20.0	550.0	170.00	0.2500	0.144	10001
0.144	-20.0	350.0	190.00	0.2500	0.144	10001

Calculation task										
Name of city	Kiliya									
Sites coeds	1									
Substance codes	303									
Group codes	-									
summations										
Wind speed(m/c)	0.5	15								
Wind speed (fractions of Ums)	0.5	1		1.5						
Step forward wind direction	10									
Fixed wind dir.	-									
Number of max. cont.	1									
Amount of max. conc.	10									
Is the background taken into account	No									
Parameters of calculation sites										
N of item	Simmetr. centre coord.		Length	Width	Grid step		Calc. cond. corner			
	X	Y			axis OX	axis OY	base.syst.coord	pl. rel. axis OX		
21	-380	285	1	1	1	1	0			
22	-50	430	1	1	1	1	0			
23	155	78	1	1	1	1	0			
24	-250	-200	1	1	1	1	0			

## Description of meteorological conditions and geographical reference of the region

Name	Aver. max. temperature	Aver. temperature air in the hottest-month	Aver. temperature air in the coldest month	Limit speed wind	Regional coefficient stratification atmosphere	Rotation angle axes OX main system coordinate with direction to north	Square city sq. km.
Kiliya	35.40	-12.40		15.00	200.0	90.00	0.00

Description of the wind rose of the region								
N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
16.00	16.00	7.00	10.00	12.00	9.00	7.00	13.00	

## Characteristics of the object's influence on atmospheric pollution

Industrial s	Substance or summation group			Parameter	Emission power
Number	Name	Code	Name ( Substances codes, included in groupe )	Π	g/s
1	hydrodamp No.9	303	Ammonia	1.16e+04	0.0482

Characteristics of pollutant  
substance

Name	Ammonia
Code	303
Coeff. F	1.0000
MPC	0.200000

List of sources in which ammonia is present in emissions

Source code		10001
Technolog. parameters		
Emission (g/s)		0.04818
Hazard class		4
CM CM (MPC part)		-
CM (mg/m <sup>3</sup> )		-
CM/M (l/m <sup>3</sup> )		4.21
XM (m)		28.50
UM (m/s)		0.50
Point coordinate, the beginning of lineyr centre symm. plane (m)	X	-90.00
	Y	200.00
End coordinate Linear, length and Width pl. (m)	X	470.00
	Y	200.00
Relief coefficient		1.0000
Consumption (m.cube / s)		0.0000
Drainage plug out speed:m/s		0.0000
Diameter (m)		0.0000
Height (m)		2.0000
Temperature (°C)		35.4000
Total sources		1
Including class 4		1
Weighted average dangerous wind speed		0.5000
Amount max. prize conc. (mg/m <sup>3</sup> ) for planar sources (l / m.cube)		4.2106

The highest concentrations of the substance Ammonia at the calculated points on the border of the dump - NN21-26 and on the border of the island - N27, and the numbers of the sources that give the greatest contribution

N	Concentr.	Coordinates		Direc	Speed	Contribution value and source number	
poi	in point	of point		tion	of wind	making the greatest contribution	
nt	MPC part	-----				-----	
		X	Y	wind		Q 0	N 0
21	0.072	-380.0	285.0	153.73	0.2500	0.072	10001
22	0.085	-50.0	430.0	90.00	0.2500	0.085	10001
23	0.071	155.5	78.0	323.58	0.2500	0.071	10001
24	0.046	-250.0	-200.0	258.11	0.7500	0.046	10001

Points of the highest concentrations of substance Ammonia on calculation site N 20 and numbers of sources that make the greatest contribution

Concentr.	Coordinates		Direc	Speed	Contribution value and source number	
In point	of point		tion	of wind	making the greatest contribution	
MPC part	-----				-----	
	X	Y	wind		Q 0	N 0
0.112	-290.0	100.0	210.00	0.5000	0.112	10001
0.112	110.0	300.0	30.00	0.5000	0.112	10001
0.110	-290.0	0.0	225.00	0.5000	0.110	10001
0.110	110.0	400.0	45.00	0.5000	0.110	10001
0.108	-290.0	200.0	180.00	0.5000	0.108	10001
0.108	110.0	200.0	0.00	0.5000	0.108	10001
0.105	-190.0	100.0	220.00	0.2500	0.105	10001
0.105	10.0	300.0	40.00	0.2500	0.105	10001
0.103	-190.0	0.0	260.00	0.2500	0.103	10001
0.103	10.0	400.0	80.00	0.2500	0.103	10001

Calculation task							
Name of city	Kiliya						
Sites coeds	1						
Substance codes	303						
Group codes	-						
summations							
Wind speed(m/c)	0.5	15					
Wind speed (fractions of Ums)	0.5	1	1.5				
Step forward wind direction	10						
Fixed wind dir.	-						
Number of max. cont.	1						
Amount of max. conc.	10						
Is the background taken into account	No						
Parameters of calculation sites							
N of item	Simmetr. centre coord.		Length	Width	Grid step		Calc. cond. corner pl. rel. axis OX base.syst.coord
	X	Y			axis OX	axis OY	
31	-217	105	1	1	1	1	0
32	-93	310	1	1	1	1	0
33	202	380	1	1	1	1	0
34	340	86	1	1	1	1	0
35	-300	500	1	1	1	1	0
30	100	200	2000	2000	100	100	0



## Description of meteorological conditions and geographical reference of the region

Name city	Aver. max. temperature the hottest- month	Aver. temperature air in the coldest month	Limit speed wind	Regional coefficient stratifikation atmosphere	Rotation angle axes OX main system coordinate with direction to north	Square city sq. km.
Kiliya	35.40	-12.40	15.00	200.0	90.00	0.00

## Description of the wind rose of the region

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
16.00	16.00	7.00	10.00	12.00	9.00	7.00	13.00

## Characteristics of the object's influence on atmospheric pollution

Industrial site Number	Name	Code	Substance or summation group Name ( Substances codes, included in groupe )	Parameter Π	Emission power g/s
1	hydraulic dump No.12b	303	Ammonia	8.55e+03	0.0413

Characteristics of pollutant  
substance

Name	Ammonia
Code	303
Coeff. F	1.0000
MPC	0.200000

List of sources in which ammonia is present in emissions

Source code	10001
Technolog. parameters	
Emission (g/s)	0.04135
Hazard class	4
CM (MPC part)	-
CM (mg/m <sup>3</sup> )	-
CM/M (l/m <sup>3</sup> )	4.21
XM (m)	28.50
UM (m/s)	0.50
Point coordinate, the beginning of lineyr centre symm. plane (m)	X  100.00  Y  200.00
End coordinate Linear, length and width pl. (m)	X  550.00  Y  400.00
Relief coefficient	1.0000
Consumption (m.cube / s)	0.0000
Drainage plug out speed:m/s	0.0000
Diameter (m)	0.0000
Height (m)	2.0000
Temperature(°C)	35.4000
Total sources	1
Including class 4	1
Weighted average dangerous wind speed	0.5000
Amount max. prize conc.(mg/m <sup>3</sup> ) for planar sources (1 / m.cube)	4.2106

The highest concentrations of the substance Ammonia at the calculated points on the border of the dump - NN31-34 and the residential area - N35, and the numbers of sources that make the largest contribution

N	Concentr.	Coordinates		Direc	Speed	Contribution value and source number	
		settlement	of point			making the greatest contribution	
point	in point	of point		tion	of wind		
nt	MPC part	-----				-----	
		X	Y	wind		Q 0	N 0
31	0.055	-216.0	105.0	200.00	0.2500	0.055	10001
32	0.053	-93.0	310.0	150.00	0.2500	0.053	10001
33	0.052	202.0	380.0	50.00	0.2500	0.052	10001
34	0.055	340.0	85.0	330.00	0.2500	0.055	10001
35	0.021	-300.0	500.0	141.33	0.7500	0.021	10001

Points of the highest concentrations of substance Ammonia on calculation site N 30 and numbers of sources that make the greatest contribution

Concentr.	Coordinates		Direc	Speed	Contribution value and source number	
	settlement	of point			making the greatest contribution	
In point	of point		tion	of wind		
MPC part	-----				-----	
	X	Y	wind		Q 0	N 0
0.056	-200.0	300.0	160.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-200.0	100.0	200.00	0.2500	0.056	10001
0.056	400.0	300.0	20.00	0.2500	0.056	10001
0.056	400.0	100.0	340.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-200.0	200.0	180.00	0.2500	0.056	10001
0.056	400.0	200.0	0.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-100.0	400.0	130.00	0.2500	0.056	10001
0.056	-100.0	0.0	230.00	0.2500	0.056	10001
0.056	300.0	400.0	50.00	0.2500	0.056	10001
0.056	300.0	0.0	310.00	0.2500	0.056	10001

## APPENDIX M

### CALCULATIONS OF COMPENSATION FOR DAMAGES TO FISH STOCKS AND THE AQUATIC ENVIRONMENT

#### **Nature of the expected effect on aquatic biological resources**

The impact of dredging and soil dumping on the marine environment is manifested both directly through the destruction of biocenoses in the dredging water area and in the soil dumping zone, and indirectly through the turbidity of bottom sediments in the work area and in the adjacent water areas, as a result of which siltation of bottom organisms occurs, the biomass of planktocenosis decreases for a short time with - due to a decrease in illumination, the content of pollutants in the water environment increases as a result of their desorption from the surface layer of bottom sediments.

As a result of the negative impact of soil dumping on the ecosystem of the northwestern part of the Black Sea, there will be a change in thermal conductivity, optical properties of water, deterioration of the breathing conditions of hydrobionts, mechanical damage, and often the death of a number of species.

The degree of negative impact of dredging soil dumping on living water resources is determined, first of all, by the area of damage to bottom biocenoses, determined during the monitoring of the state of the ecosystem after the end of the annual volume of work, and by the volume of soil dumped. A very important factor is the quality of work. Dumping of dredging soils should be concentrated, which will significantly reduce the area of damage to the benthic community.

The damage caused to living water resources during the works will be due to the death of food organisms for fish as a result of:

- complete destruction of bottom biocenoses in the area of dredging and soil storage;
- partial siltation of benthic communities in adjacent water areas;
- the death of zooplankton in the zone of increased man-made turbidity, which is formed in the process of soil development and dumping.

Analysis of the dredging regime of the DWNF Danube river-Black sea facilities in recent years has shown that, despite the decrease in the volume of dredging operations, the areas of damage to benthic communities remain quite high.

Research conducted earlier showed that dredging does not have a negative effect on bottom biocenoses of adjacent areas and on their plankton complexes. The negative effect is manifested in the removal of benthic organisms together with the soil and during soil storage, but the species composition and partially the biomass of the zoobenthos on them is restored after some time.

Recorded recovery rate of benthos communities after dredging according to foreign researchers [Nedwell, S. and Elliot, M. (1998). Intertidal mudflats and sandbanks and subtidal mobile sandbanks. Institute of estuarine and Coastal Studies, University of Hull. Newell, R.C; Seiderer, L. J. and Hitshosk, D.R. (1998). The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and marine Biology: an Annual Review 1998*, 36,127-178.] includes:

- channel muddy soil – 6 months;
- lagoon muddy soil – up to 11 months;
- silty soil-sand – 18 months;
- sand-gravel – 2-3 years.

In the area with high mobility of bottom sediments, the effect of dredging operations was observed for a relatively short period of time. (For example, full recovery of benthic communities in a channel in the Wadden Sea delta off the coast of Holland occurred within 1 year after removal of bottom sediments in this area with shifting sands). In our case, we accept 2 years.

#### **Methodology for calculating damage and compensation payment**

Based on the fact that the works are carried out in a planned manner after receiving the relevant approvals, in this case, the "Temporary method of assessing damage to fish stocks as a result of the construction, reconstruction and expansion of enterprises, constructed and other objects and carrying out various types of work" was used to assess the fishery damage on fish ponds" (M., 1989) and "Methodology for calculating the damage caused to the fishery as a result of violation of the legislation on environmental protection", Kyiv, 1995.

Due to the fact that the main object of negative action during the works is the food base of fish, the amount of damage in natural terms is calculated according to the formula:

$$N = n \times P/B \times 1/K_2 \times K_3/100 \times F \times T \times 10^{-6}, \quad (1)$$

where: N – the amount of damage from the death of forage organisms, including;

F – volume/area of the lesion, m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>;

P/B – coefficient for the conversion of the biomass of feed organisms into the products of feed organisms;

n<sub>0</sub> – average concentration of feed organisms, in grams per cubic meter. m of water;

K<sub>2</sub> – fodder coefficient for the translation of products of fodder organisms into fish products;

K<sub>3</sub> – indicator of the maximum possible use of the feed base by fish, %;

T - coefficient of multiplicity of action, which reflects the time of negative action;  
 $10^{-6}$  – multiplier for converting grams to tons.

In accordance with clause 3.6 of the "Temporary Methodology..." the calculation of damage from the local deterioration of spawning, grazing or wintering conditions of fish is carried out using the area method, by reducing the areas subject to change to the area of complete loss of fish productivity, according to the formula :

$$N = \sum P_i \times S \times F_1/F_0 \times q \times d \times 10^{-3}, \quad (2)$$

where: N – loss, t;

S - square of the reservoir, which loses its importance for fisheries, ha;

$10^{-3}$  - multiplier for converting kilograms into tons;

$P_i$  – fish productivity of the reservoir according to this type or according to ecologically close species, kg/ha;

$F_0$  - initial zone (total area of spawning grounds, total area, wintering water area in this reservoir), ha;

$F_1$  - part of the zone exposed to negative action, ha;

q - correction coefficient for the diversity of spawning, feeding or wintering areas, which is defined as the ratio of the quality indicators of a given fishing area to the same indicators averaged for all such areas in the reservoir;

d - coefficient of intensity of adverse action.

According to p. 4 of "Temporary methodology." (1989) the value of damage during capital construction can be determined by calculating capital investments for the implementation of measures that compensate for damage to fish reserve.

The amount of the compensation payment for the damage is determined by the formula:

$$K_i = \sum_{i=1}^n (M_i \times K_i) \times E_n \times t_i, \quad (3)$$

where  $K_i$  – specific capital investments in objects of this type;

$M_i$  – its industrial return capacity, in tons;

En – regulatory coefficient of economic efficiency of capital investments; value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for this object, we determine the volumes of necessary capital investments.

i – type of event or object.

ti – time of negative impact on fish reserves.

### **Loss calculation**

1 LC

#### **Sea section of works**

#### Expropriation of part of the water area of the NWBS

During the 1 LC of construction, during the reconstruction of the northern barrier dam, it is planned to construct a diverting section by laying sorted stones, which will lead to the alienation of part of the NWBS as a fishing reservoir. Total area of NWBS that will lose its fisheries value is: under foundation of dam - 90650 m<sup>2</sup> and about 275000 m<sup>2</sup> will be cut off from the sea. In total, about 118 hectares will be alienated.

According to the "Temporary Methodology...", the calculation of the loss in this case is carried out according to the formula:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}. \quad (4)$$

The alienated water area is a place for grazing and spawning of fish. According to clause 2.3 of the "Temporary Methodology...", the basis for calculating damage to fish stocks is the annual yield per unit area of the reservoir, which is possible under natural conditions with rational fishing.

As an indicator of the possible fish productivity of the reservoir, the maximum values of fish productivity achieved in the NWBS were taken: 57 kg/ha (60 pp.)

By substituting the initial values into formula (4), we will obtain the value of the loss in kind:

$$N = 57 \text{ kg/ha} \times 118 \text{ ha} \times 10^{-3} = 6.726 \text{ t.}$$

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation in 2020, according to the calculations of Ukrybproekt, are:

for marine species of fish UAH 550.51 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the

normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine fish species  $E_n = 1.0$ , we determine the volumes of necessary capital investments.

In terms of value, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the work areas will be:

$$K_{\text{exp.}} = 550.51 \text{ thousand UAH/t} \times 6.726 \text{ t} \times 1.0 = 3702730.26 \text{ UAH.}$$

Compensation payments for impact on biological resources, will be **3702730.26 UAH.**

### **River section of works**

#### Expropriation of part of the water area

During the 1 LC of construction during the construction of a jet-directing dam on 10.5-11 km of the Danube river by laying sorted stones, a part of the water area will be alienated as a fishing pond. The total area that will lose its fishery value under the foundation of the dam is 8000 m<sup>2</sup>. About 0.8 hectares will be alienated.

According to the "Temporary Methodology..." [13], the calculation of the loss in this case is carried out according to the formula:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}.$$

The alienated water area is a place for grazing and spawning of fish. According to clause 2.3 of the "Temporary Methodology...", the basis for calculating damage to fish stocks is the annual yield per unit area of the reservoir, which is possible under natural conditions with rational fishing.

As an indicator of possible fish productivity of the reservoir, the calculated values of fish productivity in the lower reaches of the river were taken. Danube at the level of 6 kg/ha

By substituting the initial values into formula, we will obtain the value of the loss in kind:

$$N = 6 \text{ kg/ha} \times 0.8 \text{ ha} \times 10^{-3} = 0.005 \text{ t.}$$

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation in 2020, according to the calculations of Ukrybproekt, are:

for freshwater fish species UAH 548.73 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine fish species  $E_n = 1.0$ , we determine the volumes of necessary capital investments.

In terms of value, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the work areas will be:



$$K_{\text{exp.}} = 548.73 \text{ thousand UAH/t} \times 0.005 \text{ t} \times 1.0 = 2743.65 \text{ UAH.}$$

Compensation payments for impact on biological resources, will be **2743.65 UAH**.

When performing the entire cycle of hydrotechnical works of 1 LC, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments may amount to:

$$K = 3702730.26 \text{ UAH} + 2743.65 \text{ UAH} = 3705473.91 \text{ UAH.}$$

2 LC

### Sea section of works

#### Soil development

#### *Scoop dredger*

During the development of the planned volume - 938275 m<sup>3</sup> of soil with a scoop dredger, bottom biocenoses in the area will be negatively affected: about 520 thousand m<sup>2</sup> - 100% death; the water area with an area of about 260,000 m<sup>2</sup> will be affected by turbidity, where up to 50% of organisms are expected to die. A negative effect on the organisms of the water column is expected in the volume of water above the work sites - 520,000.0 x 7.7 = 4.0 million m<sup>3</sup>, where the death of planktonic organisms can reach 50%.

The work is planned to be carried out for 15 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 1.

Table 1 - Parameters of damage calculation during development with a scoop dredger

Groups of food organisms	Average biomass, g/m <sup>3</sup> , g/m <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Area of damage, volume, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>
Phytoplankton; death 50%	0.307	2	30	30	4.0 x 10 <sup>6</sup>
Zooplankton; death 50%	0.016	2	30	10	4.0 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 100%	29.4	4	45	10	0.520 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 50%	23.05	4	45	10	0.260 x 10 <sup>6</sup>

By substituting the value in formula (1), we will get the amount of damage from soil development in natural numbers

$$N_{\text{ph}} = 0.307 \times 2 \times 0.3 \times 1/30 \times 0.5 \times 4.0 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.013 \text{ t};$$

$$N_{\text{z}} = 0.016 \times 2 \times 0.3 \times 1/10 \times 4.0 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.0019 \text{ t};$$

$$N_{\text{b}_1} = 29.4 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 0.520 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 2.751 \text{ t};$$

$$N_{\text{b}_2} = 23.05 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 0.260 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.549 \text{ t.}$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N \text{ plankton} = (0.013 \tau + 0.0019 \tau) \times 1.0 = 0.015 \tau$$

$$N \text{ bentos} = (2.751 \tau + 0.549 \tau) \times 2.0 = 6.600 \tau$$

$$\text{Together, when working the soil with a scoop dredger, } N = 0.015 \tau + 6.600 \tau = 6.615 \tau$$

The total expected losses during the development of the entire volume of soil is 938275.0 m<sup>3</sup>, amounting to 6.615 tons.

#### Soil storage

The storage of soil is carried out by the method of free dumping on the water area of the sea underwater dump. With this version of storage, the primary compaction of the soil with a layer of about 0.65 m is expected.

When 938,275.0 m<sup>3</sup> of soil is stored, benthic biocenoses on the dump area of about 1.440 million m<sup>2</sup> will be negatively affected. As field observations have shown, the partial death of benthic communities is emphasized in this water area. In the water area of the dump, the partial decrease in the density of benthic communities is limited to an area of the bottom surface with an area of 1.440 million m<sup>2</sup>.

A negative effect on phytoplankton is expected in a water volume of about 26.0 million m<sup>3</sup>, where about 50% of plankton organisms are expected to die.

The work is planned to be carried out for 15 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 2.

Table 2 - Parameters for the calculation of damage when storing soil on a dump

Groups of food organisms	Aver. biomass, g/m <sup>3</sup> , g/m <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Area of damage, volume m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>
Phytoplankton; death 50%	0.302	250	20	30	26.0 x 10 <sup>6</sup>
Zooplankton; death 50%	0.156	32.8	90	6	26.0 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 50%	15.09	2.6	55	6	1.440 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 25%	23.05	2.6	55	6	1.440 x 10 <sup>6</sup>

By substituting the value in formula (1), we will get the amount of damage from soil storage in natural terms:

$$N_{ph} = 0.302 \times 250 \times 0.2 \times 1/30 \times 26.0 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 6.544 \text{ t};$$

$$N_z = 0.156 \times 32.8 \times 0.9 \times 1/6 \times 26.0 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 9.977 \text{ t};$$

$$N_{b_1} = 15.09 \times 2.6 \times 1/6 \times 0.55 \times 1.440 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 3.834 \text{ t};$$

$$N_{b_2} = 23.05 \times 2.6 \times 1/6 \times 0.55 \times 1.440 \times 10^6 \times 0.25 \times 240/240 \times 10^{-6} = 1.977 \text{ t}.$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N_{\text{plankton}} = (6.544 \text{ t} + 9.977 \text{ t}) \times 1.0 = 16.521 \text{ t}$$

$$N_{\text{bentos}} = (3.834 \text{ t} + 1.977 \text{ t}) \times 2.0 = 11.622 \text{ t}$$

$$\text{Total when storing soil N} = 16.251 \text{ t} + 11.622 \text{ t} = 27.843 \text{ t}$$

#### Calculation of compensation payment

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation at beginning of 2023, according to the calculations of Ukrrybproekt, are:

for marine species of fish UAH 550.51 thousand.

for freshwater fish species UAH 548.73 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine and fresh water fish species  $E_n = 0.18$  and  $0.18$  respectively, we determine the volumes of necessary capital investments.

In value terms, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the water areas of the works, taking into account the general term of the works of 1.25 years, will be:

$$K_{\text{exp.}} = 548.73 \text{ thousand UAH/t} \times 6.615 \text{ t} \times 0.18 \times 1.25 = 816716.01 \text{ UAH.}$$

$$K_{\text{storage}} = 550.51 \text{ thousand UAH/t} \times 27.843 \text{ t} \times 0.18 \times 1.25 = 3448788.66 \text{ UAH.}$$

Total for deterioration of grazing conditions:

$$K = 816716.01 \text{ UAH.} + 3448788.66 \text{ UAH.} = 4265504.67 \text{ UAH.}$$

When performing a cycle of dredging works of 2 LCs on the sea site of the works, taking into account their non-performance during the prohibition periods, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments for the deterioration of fish grazing conditions may amount to: – **4265504.67 UAH.**

#### Expropriation of part of the water area of the NWBS

During the 2 LC of construction, during the reconstruction of the barrier dam, it is planned laying sorted stones, which will lead to the alienation of part of the NWBS as a fishing reservoir. Total area of NWBS that will lose its fisheries value is 16.2305 hectares.

According to the "Temporary Methodology...", the calculation of the loss in this case is carried out according to the formula:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}.$$

The alienated water area is a place for grazing and spawning of fish. According to clause 2.3 of the "Temporary Methodology...", the basis for calculating damage to fish stocks is the annual yield per unit area of the reservoir, which is possible under natural conditions with rational fishing.

As an indicator of the possible fish productivity of the reservoir, the maximum values of fish productivity achieved in the NWBS were taken: 57 kg/ha (60 pp.)

By substituting the initial values into formula, we will obtain the value of the loss in kind:

$$N = 57 \text{ kg/ha} \times 16.2305 \text{ ha} \times 10^{-3} = 0.925 \text{ t.}$$

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation at beginning of 2023, according to the calculations of Ukrybproekt, are:

for marine species of fish UAH 550.51 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine fish species  $E_n = 1.0$ , we determine the volumes of necessary capital investments.

In terms of value, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the work areas will be:

$$K_{\text{exp.}} = 550.51 \text{ thousand UAH/t} \times 0.925 \text{ t} \times 1.0 = 595145.95 \text{ UAH.}$$

In total, compensation payments for impact on biological resources will be:

$$K = 4265504.67 \text{ UAH.} + 595145.95 \text{ UAH} = \mathbf{4860650.62 \text{ UAH.}}$$

### **River section of works**

#### Soil development

#### *Suction dredgers*

During the development of the planned volume - 1579220 m<sup>3</sup> of soil by suction earthworms, bottom biocenoses in the area will be negatively affected: about 1073 thousand m<sup>2</sup> - 100% death; the water area with an area of about 1073 m<sup>2</sup> will be affected by turbidity, where up to

50% of organisms are expected to die. A negative effect on the organisms of the water column is expected in the volume of water required for soil hydration and the creation of technological pulp -  $1579220.0 \times 6.5 = 10.27$  million  $m^3$ , where the death of planktonic organisms can reach 100%.

The work is planned to be carried out for 22 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 3.

Table 3 - Parameters of damage calculation during development with a suction dredger

Groups of food organisms	Average biomass, $g/m^3$ , $g/m^2$	P/B	$K_3, \%$	$K_2$	Area of damage, volume, $m^2$ , $m^3$
Phytoplankton; death 100%	0.67	2	30	30	$10.27 \times 10^6$
Zooplankton; death 100%	0.27	2	30	10	$10.27 \times 10^6$
Zoobenthos; death 100%	7.03	4	45	10	$1.073 \times 10^6$
Zoobenthos; death 50%	7.03	4	45	10	$1.073 \times 10^6$

By substituting the value in formula (2), we will get the amount of damage from soil development in natural numbers

$$N_{ph} = 0.67 \times 2 \times 0.3 \times 1/30 \times 1.0 \times 10.27 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.138 \text{ t};$$

$$N_z = 0.27 \times 2 \times 0.3 \times 1/10 \times 10.27 \times 10^6 \times 1.0 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.166 \text{ t};$$

$$N_{b_1} = 7.03 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 1.073 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 1.358 \text{ t};$$

$$N_{b_2} = 7.03 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 1.073 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.679 \text{ t}.$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N_{\text{plankton}} = (0.138 \text{ t} + 0.166 \text{ t}) \times 1.0 = 0.304 \text{ t}$$

$$N_{\text{bentos}} = (1.358 \text{ t} + 0.679 \text{ t}) \times 2.0 = 4.074 \text{ t}$$

$$\text{Together, when developing the soil with suction dredgers } N = 0.304 \text{ t} + 4.074 \text{ t} = 4.378 \text{ t}$$

#### Soil storage

The storage of the soil is carried out on specially equipped landfills on the shore with the discharge of clarified water into the Danube River. With this type of storage, no negative impact on biological resources is expected when the soil is placed within the limits of coastal dumps equipped with protective dams.

#### Calculation of compensation payment

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation in 2020, according to the calculations of Ukrrybproekt, are:

for freshwater fish species UAH 548.73 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine fresh water fish species  $E_n = 0.18$ , we determine the volumes of necessary capital investments.

In value terms, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the water areas of the works, taking into account the general term of the works of 1.8 years, will be:

$$K_{\text{exp.}} = 548.73 \text{ thousand UAH/t} \times 4.378 \text{ t} \times 0.18 \times 1.8 = 778358.14 \text{ UAH.}$$

When performing a cycle of dredging works of 2 LCs on the river site of the works, taking into account their non-performance during the prohibition periods, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments for the deterioration of fish grazing conditions may amount to: – **778358.14 UAH.**

When performing a whole cycle of dredging works of 2 LCs, taking into account their non-performance during the prohibition periods, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments for the deterioration of fish grazing conditions may amount to:

$$K = 4860650.62 \text{ UAH} + 778358.14 \text{ UAH} = 5639008.76 \text{ UAH.}$$

3 LC

#### **Sea section of works**

##### Soil development

##### *Scoop dredger*

During the development of the planned volume - 1362305 m<sup>3</sup> of soil with a scoop dredger, bottom biocenoses in the area will be negatively affected: about 562 thousand m<sup>2</sup> - 100% death; the water area with an area of about 281,000 m<sup>2</sup> will be affected by turbidity, where up to 50% of organisms are expected to die. A negative effect on the organisms of the water column is expected in the volume of water above the work sites - 562000.0 x 10.0 = 5.62 million m<sup>3</sup>, where the death of planktonic organisms can reach 50%.

The work is planned to be carried out for 24 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 4.

Table 4 - Parameters of damage calculation during development with a scoop dredger

Groups of food organisms	Average biomass, g/m <sup>3</sup> , g/m <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Area of damage, volume, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>
Phytoplankton; death 50%	0.307	2	30	30	5.62 x 10 <sup>6</sup>
Zooplankton; death 50%	0.016	2	30	10	5.62 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 100%	29.4	4	45	10	0.562 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 50%	23.05	4	45	10	0.281 x 10 <sup>6</sup>

By substituting the value in formula (1), we will get the amount of damage from soil development in natural numbers

$$N_{ph} = 0.307 \times 2 \times 0.3 \times 1/30 \times 0.5 \times 5.62 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.018 \text{ t};$$

$$N_z = 0.016 \times 2 \times 0.3 \times 1/10 \times 5.62 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.0027 \text{ t};$$

$$N_{b_1} = 29.4 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 0.562 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 2.973 \text{ t};$$

$$N_{b_2} = 23.05 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 0.281 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.593 \text{ t}.$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N_{\text{plankton}} = (0.018 \text{ t} + 0.0027 \text{ t}) \times 1.0 = 0.021 \text{ t}$$

$$N_{\text{bentos}} = (2.973 \text{ t} + 0.593 \text{ t}) \times 2.0 = 7.132 \text{ t}$$

$$\text{Together, when working the soil with a scoop dredger, } N = 0.021 \text{ t} + 7.132 \text{ t} = 7.153 \text{ t}$$

The total expected losses during the development of the entire volume of soil is 1362305.0 m<sup>3</sup>, amounting to 7.132 tons.

#### Soil storage

The storage of soil is carried out by the method of free dumping on the water area of the sea underwater dump. With this version of storage, the primary compaction of the soil with a layer of about 0.65 m is expected.

When storing 1,362,305.0 m<sup>3</sup> of soil from the marine part of the works and 5,440,455 m<sup>3</sup> of soil from the river part, the benthic biocenoses on the entire area of the dump, about 2.7 million m<sup>2</sup>,

will be negatively affected. As field observations have shown, the partial death of benthic communities is emphasized in this water area. In the water area of the dump, the partial decrease in the density of benthic communities is limited to an area of the bottom surface with an area of 2.7 million m<sup>2</sup>.

A negative effect on phytoplankton is expected in a water volume of about 52.0 million m<sup>3</sup>, where about 50% of plankton organisms are expected to die.

The work is planned to be carried out for 64 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 5.

Table 5 - Parameters for the calculation of damage when storing soil on a dump

Groups of food organisms	Aver. biomass, g/m <sup>3</sup> , g/m <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Area of damage, volume m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>
Phytoplankton; death 50%	0.302	250	20	30	52.0 x 10 <sup>6</sup>
Zooplankton; death 50%	0.156	32.8	90	6	52.0 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 50%	15.09	2.6	55	6	2.7 x 10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 25%	23.05	2.6	55	6	2.7 x 10 <sup>6</sup>

By substituting the value in formula (2), we will get the amount of damage from soil storage in natural terms:

$$N_{ph} = 0.302 \times 250 \times 0.2 \times 1/30 \times 52.0 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 13.088 \text{ t};$$

$$N_z = 0.156 \times 32.8 \times 0.9 \times 1/6 \times 52.0 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 19.954 \text{ t};$$

$$N_{b_1} = 15.09 \times 2.6 \times 1/6 \times 0.55 \times 2.7 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 7.189 \text{ t};$$

$$N_{b_2} = 23.05 \times 2.6 \times 1/6 \times 0.55 \times 2.7 \times 10^6 \times 0.25 \times 240/240 \times 10^{-6} = 4.073 \text{ t}.$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N_{\text{plankton}} = (13.088 \text{ t} + 19.954 \text{ t}) \times 1.0 = 33,042 \text{ t}$$

$$N_{\text{bentos}} = (7.189 \text{ t} + 4.073 \text{ t}) \times 2.0 = 22.524 \text{ t}$$

$$\text{Total when storing soil } N = 33.042 \text{ t} + 22.524 \text{ t} = 55.566 \text{ t}$$

#### Calculation of compensation payment

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.



Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation at beginning of 2023, according to the calculations of Ukrybroekt, are:

for marine species of fish UAH 550.51 thousand.

for freshwater fish species UAH 548.73 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine and fresh water fish species  $E_n = 0.18$  and  $0.18$  respectively, we determine the volumes of necessary capital investments.

In value terms, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the water areas of the works, taking into account the general term of the works of 1.25 years, will be:

$$K_{\text{exp.}} = 548.73 \text{ thousand UAH/t} \times 7.132 \text{ t} \times 0.18 \times 2.0 = 1408875.25 \text{ UAH.}$$

$$K_{\text{storage}} = 550.51 \text{ thousand UAH/t} \times 55.566 \text{ t} \times 0.18 \times 5.3 = 29182515.28 \text{ UAH.}$$

Total for deterioration of grazing conditions:

$$K = 1408875.25 \text{ UAH.} + 29182515.28 \text{ UAH.} = 30591390.53 \text{ UAH.}$$

When performing a cycle of dredging works of 3 LCs on the sea site of the works, taking into account their non-performance during the prohibition periods, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments for the deterioration of fish grazing conditions may amount to: – **30591390.53 UAH.**

#### Expropriation of part of the water area of the NWBS

During the 3 LC of construction, during the reconstruction of the barrier dam, it is planned laying sorted stones, which will lead to the alienation of part of the NWBS as a fishing reservoir. Total area of NWBS that will lose its fisheries value is 13.4992 hectares.

According to the "Temporary Methodology...", the calculation of the loss in this case is carried out according to the formula:

$$N = P_i \times S \times 10^{-3}.$$

The alienated water area is a place for grazing and spawning of fish. According to clause 2.3 of the "Temporary Methodology...", the basis for calculating damage to fish stocks is the annual yield per unit area of the reservoir, which is possible under natural conditions with rational fishing.

As an indicator of the possible fish productivity of the reservoir, the maximum values of fish productivity achieved in the NWBS were taken: 57 kg/ha (60 pp.)

By substituting the initial values into formula, we will obtain the value of the loss in kind:

$$N = 57 \text{ kg/ha} \times 13.4992 \text{ ha} \times 10^{-3} = 0.770 \text{ t.}$$

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation at beginning of 2023, according to the calculations of Ukrybproekt, are:

for marine species of fish UAH 550.51 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine fish species  $E_n = 1.0$ , we determine the volumes of necessary capital investments.

In terms of value, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the work areas will be:

$$K_{\text{exp.}} = 550.51 \text{ thousand UAH/t} \times 0.770 \text{ t} \times 1.0 = 423892.70 \text{ UAH.}$$

In total, compensation payments for impact on biological resources will be:

$$K = 30591390.53 \text{ UAH.} + 423892.70 \text{ UAH} = \mathbf{31015283.23 \text{ UAH.}}$$

### **River section of works**

#### Soil development

#### *Suction dredgers*

During the development of the planned volume - 1722210 m<sup>3</sup> of soil by suction earthworms, bottom biocenoses in the area will be negatively affected: about 1030 thousand m<sup>2</sup> - 100% death; the water area with an area of about 1032,000 m<sup>2</sup> will be affected by turbidity, where up to 50% of organisms are expected to die. A negative effect on the organisms of the water column is expected in the volume of water required for soil hydration and the creation of technological pulp - 1722210.0 x 6.5 = 11.2 million m<sup>3</sup>, where the death of planktonic organisms can reach 100%.

The work is planned to be carried out for 43 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 6.

Table 6 - Parameters of damage calculation during development with a suction dredger

Groups of food organisms	Average biomass, g/m <sup>3</sup> , g/m <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Area of damage, volume, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>
Phytoplankton;	0.67	2	30	30	11.2 x 10 <sup>6</sup>

death 100%					
Zooplankton; death 100%	0.27	2	30	10	$11.2 \times 10^6$
Zoobenthos; death 100%	7.03	4	45	10	$1.032 \times 10^6$
Zoobenthos; death 50%	7.03	4	45	10	$1.032 \times 10^6$

By substituting the value in formula (1), we will get the amount of damage from soil development in natural numbers

$$N_{ph} = 0.67 \times 2 \times 0.3 \times 1/30 \times 1.0 \times 11.2 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.151 \text{ t};$$

$$N_z = 0.27 \times 2 \times 0.3 \times 1/10 \times 11.2 \times 10^6 \times 1.0 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.181 \text{ t};$$

$$N_{b_1} = 7.03 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 1.032 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 1.306 \text{ t};$$

$$N_{b_2} = 7.03 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 1.032 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.653 \text{ t}.$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N_{\text{plankton}} = (0.151 \text{ t} + 0.181 \text{ t}) \times 1.0 = 0.332 \text{ t}$$

$$N_{\text{bentos}} = (1.306 \text{ t} + 0.653 \text{ t}) \times 2.0 = 3.918 \text{ t}$$

$$\text{Together, when developing the soil with suction dredgers } N = 0.332 \text{ t} + 3.918 \text{ t} = 4.250 \text{ t}$$

#### Soil storage

The storage of soil in the volume of  $1722210 \text{ m}^3$  is carried out on specially equipped dumps on the shore with the discharge of clarified water into the Danube River. With this type of storage, no negative impact on biological resources is expected when the soil is placed within the limits of coastal dumps equipped with protective dams.

#### Soil development

##### *Scoop dredger*

During the development of the planned volume -  $7084440 \text{ m}^3$  of soil with a scoop dredger, bottom biocenoses in the area will be negatively affected: about 4250 thousand  $\text{m}^2$  - 100% death; the water area with an area of about 4250,000  $\text{m}^2$  will be affected by turbidity, where up to 50% of organisms are expected to die. A negative effect on the organisms of the water column is expected in the volume of water above the work sites -  $4250000.0 \times 8.8 = 37.37$  million  $\text{m}^3$ , where the death of planktonic organisms can reach 50%.

The work is planned to be carried out for 64 months - the entire vegetation period is 240 days.

The calculation of the amount of damage caused to fish stocks as a result of the loss of the forage base of fish is carried out on the basis of the materials of monitoring studies given in Table 7.

Table 7 - Parameters of damage calculation during development with a scoop dredger

Groups of food organisms	Average biomass, g/m <sup>3</sup> , g/m <sup>2</sup>	P/B	K <sub>3</sub> , %	K <sub>2</sub>	Area of damage, volume, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>
Phytoplankton; death 50%	0.67	2	30	30	37.37 x10 <sup>6</sup>
Zooplankton; death 50%	0.27	2	30	10	37.37 x10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 100%	7.03	4	45	10	4.250 x10 <sup>6</sup>
Zoobenthos; death 50%	7.03	4	45	10	4.250 x10 <sup>6</sup>

By substituting the value in formula (1), we will get the amount of damage from soil development in natural numbers

$$N_{ph} = 0.67 \times 2 \times 0.3 \times 1/30 \times 0.5 \times 37.37 \times 10^6 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.250 \text{ t};$$

$$N_z = 0.27 \times 2 \times 0.3 \times 1/10 \times 37.37 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 0.303 \text{ t};$$

$$N_{b1} = 7.03 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 4.250 \times 10^6 \times 1 \times 240/240 \times 10^{-6} = 5.378 \text{ t};$$

$$N_{b2} = 7.03 \times 4 \times 1/10 \times 0.45 \times 4.250 \times 10^6 \times 0.5 \times 240/240 \times 10^{-6} = 2.689 \text{ t}.$$

Hence, the amount of damage caused to fish stocks in natural numbers, taking into account the period of restoration of plankton communities, will be:

$$N_{\text{plankton}} = (0.250 \text{ t} + 0.303 \text{ t}) \times 1.0 = 0.553 \text{ t}$$

$$N_{\text{bentos}} = (5.378 \text{ t} + 2.689 \text{ t}) \times 2.0 = 16.134 \text{ t}$$

$$\text{Together, when working the soil with scoops } N = 0.553 \text{ t} + 16.134 \text{ t} = 16.687 \text{ t}$$

In total, during the development of soil on the river section of 3 LC in the volume of 8806650 m<sup>3</sup>, the damage will be:

$$N = 4.250 \text{ t} + 16.687 \text{ t} = 20.937 \text{ t}$$

#### Soil storage

The storage of soil from the river part in the amount of 1643985 m<sup>3</sup> is carried out on a specially equipped dump on the enclosing dam with discharge of clarified water into the NWBS. With this type of storage, no negative impact on biological resources is expected when the soil is placed within the limits of coastal dump equipped with protective dams. Also, 5,440,455 m of soil from the river part is deposited on the marine underwater hydro dump in the NWBS with the calculation in the section regarding the works on the marine part of the works.

#### Calculation of compensation payment

The calculation in value terms is carried out through capital investments for fish reproduction.

Specific capital investments for the reproduction of 1 ton of raw fish for processing at the facilities of fish farmers - analogs at the prices at the time of calculation at beginning of 2023, according to the calculations of Ukrybroekt, are:

for freshwater fish species UAH 548.73 thousand.

Specific capital investments are given without VAT. Assuming that the negative effect on fish stocks during construction will be manifested during 1 spawning period, and the value of the normative coefficient of economic efficiency of capital investments for marine fresh water fish species  $E_n = 0.18$ , we determine the volumes of necessary capital investments.

In value terms, the amount of compensation payments for the deterioration of grazing conditions for the water areas of the works, taking into account the general term of the works of 5.3 years, will be:

$$K_{\text{exp.}} = 548.73 \text{ thousand UAH/t} \times 20.937 \text{ t} \times 0.18 \times 5.3 = 10960277.05 \text{ UAH.}$$

When performing a cycle of dredging works of 3 LCs on the river site of the works, taking into account their non-performance during the prohibition periods, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments for the deterioration of fish grazing conditions may amount to: – **10960277.05 UAH.**

When performing a whole cycle of dredging works of 3 LCs, taking into account their non-performance during the prohibition periods, the damage to aquatic biological resources and the corresponding amounts of compensation payments for the deterioration of fish grazing conditions may amount to:

$$K = 31015283.23 \text{ UAH} + 10960277.05 \text{ UAH} = 41975560.28 \text{ UAH.}$$

Thus, the total compensation payments for the performance of hydrotechnical works of 2 LC and 3 LC for the reconstruction of the DWNF will be:

$$K = 5639008.76 \text{ UAH} + 41975560.28 \text{ UAH} = 47614569.04 \text{ UAH.}$$

### **Impact on the aquatic environment**

Characterization of the effect of dredging operations on the aquatic environment

In the process of development and storage of bottom soils, a zone of increased turbidity is formed, within which the exchange of pollutants between the suspension and the water environment is carried out. Such an exchange occurs only in the case of finding pollutants in a transformed form. This is most often observed in man-made soil pollution. This type of action is short-term and stops almost as soon as the soil is deposited.

The short-term action is due to the creation of a turbid cloud when the soil is dumped into the water. With this empirical value, the transition of the soil into the suspension of the warehouse

is 2-10% of the mass of the thrown mule, and 90-98% of the soil reaches the bottom of the seemingly concentrated mass and forms the bottom hollow.

However, as the experience of field observations at soil landfills shows, the duration of the short-term type of action is small and is calculated for several hours, intensively weakening as it is removed from the dumping site.

The long-term effect of dumping on the aquatic environment is determined by the diffusion exchange of pollutants between the soil enclosed in an underwater dump and the aquatic environment. The intensity of this action is determined by the form of the presence of pollutants in the soil and its quality, and the duration by the total amount of dumped soil.

Many years of research experience and field observations of the impact of dumping on the aquatic environment have shown that its pressure on the aquatic environment is insignificant, and in the control section line (at a distance of 250 m from the storage point) the concentrations of pollutants do not exceed the maximum permissible.

According to the results of specialized observations of recent years and previously performed mathematical modelling, it was not possible to record the impact of soil development with a earthmoving machine on the SAC and dumping of soil in the dumping area on the increase in the content of pollutants in the water column of the control areas. This is due to the fact that the dredging works at the SAC took place in the immediate vicinity of the mouth of the Bystre arm, and the impact of dredging was neutralized by the solid flow of the Danube even with average water flows. In the dumping area, possibly due to the high water content of the discharged soil and the hydrodynamic activity of the area's waters, the dispersion of the "cloud of turbidity" occurred quite quickly.

#### **Damage calculation method**

When calculating the damage to the aquatic environment, methodical approaches to the calculation of the "Scientific and practical commentary to the Tax Code" of 2010 were used.

Amounts of payments for emissions of pollutants into surface waters, territorial and internal sea waters are determined by the formula:

$$Ts = \sum_{i=1}^n (H_{ni} \times M_{ni} \times K_{axle}),$$

where  $Ts$  – tax sum paid for the discharge of a polluting substance into water bodies, hryvnias;

$H_{ni}$  – tax rate in the current year for a ton of the  $i$ -th type of polluting substance in hryvnias with kopecks, hryvnias/t;

$M_{ni}$  – discharge volumes of the  $i$ -th type of polluting substance in tons, t;

$K_{axle}$  – the coefficient, which is 1.5 and is used in the case of pollutant discharge into ponds and lakes (in other cases, the coefficient is 1.0).

When calculating the compensation payment for the pollution of the water environment for the works, the basic rate of payment, determined by the Tax Code of Ukraine as amended, as of the period of performance of the works as of the beginning of 2023, was used.

### **Calculation of damage to the aquatic environment**

1 LC

#### **Sea section of works**

##### *Dam construction*

Construction of dams during the reconstruction is carried out from sorted large natural stones. With this option, no impact on the state of the water environment is expected. In particular, it is possible to expect an improvement in the conditions of existence of fish due to the creation of a biopositive lithocontour.

#### **River section of works**

##### *Dam construction*

Construction of dams during the reconstruction is carried out from sorted large natural stones. With this option, no impact on the state of the water environment is expected. In particular, it is possible to expect an improvement in the conditions of existence of fish due to the creation of a biopositive lithocontour.

Thus, no negative impact on the state of the water environment is expected during the performance of the works of 1 LC.

2 LC

#### **Sea section of works**

##### *Soil development*

During the implementation of project solutions, 2 PCs with bucket dredges are planned to carry out dredging in the volume of 938215.0 m<sup>3</sup> on the bar part of the sea approach channel. Soils are represented mainly by silts and silty sands, which are characterized by averaged physical and mechanical parameters: content of fraction 0.005 mm - up to 9.54%, soil density - 1.65 t/m<sup>3</sup>. When working the soil with a scoop, about 4.0% of the finely dispersed fraction in the form of a suspension passes into the water medium.

The mass of suspended substances entering the water environment during the development of 938215.0 m<sup>3</sup> of soil with a bucket dredger will be:

$$M_{sus} = 938215.0 \text{ m}^3 \times 1.65 \text{ t/m}^3 \times 0.04 \times 0.0954 = 5871.58 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil development in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 5781.58 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 2136409.44 \text{ UAH.}$$

#### *Soil storage*

The storage of soil on the sea underwater dump, by the method of free dumping, will be carried out in a volume of 938215.0 m<sup>3</sup>. Composite soil is mainly represented by silty sands, which are characterized by the following averaged physical and mechanical indicators: content of fraction 0.005 mm - up to 9.54%, volume weight of soil – 1.65 t/m<sup>3</sup>. When storing soils according to the proposed technology, about 10% enters the water environment. When soil is transported to an underwater dump, 0.1% of the transported volume enters the water environment due to technological losses - seeps.

The mass of suspended substances that entered the water environment during storage and transportation over a distance of 8.2 km of soil is

$$M_{\text{B3B}} = 938215.0 \text{ m}^3 \times 1.65 \text{ t/m}^3 \times 0.1001 \times 0.0954 = 14916.13 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil storage in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 14916.13 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 5511808.36 \text{ UAH.}$$

In total, the amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during the development and storage of soil on the sea area of the work with a volume of 938215.0 m<sup>3</sup> during the implementation of project solutions of 2 LC in cost terms will be:

$$\Pi = 2136409.44 \text{ UAH.} + 5511808.36 \text{ UAH.} = \mathbf{7648217.80 \text{ UAH.}}$$

#### *Dam construction*

Construction of dams during the reconstruction is carried out from sorted large natural stones. With this option, no impact on the state of the water environment is expected. In particular, it is possible to expect an improvement in the conditions of existence of fish due to the creation of a biopositive lithocontour.

### **River section of works**

#### *Soil development*

During the re-realization of the design decisions of 2 PCs on the river part, the soil in the volume of 1579220.0 m<sup>3</sup> will be developed by suction dredgers. Soils are represented mainly by silts and silty sands, which are characterized by averaged physical and mechanical parameters: content of fraction 0.005 mm - 13.06%, soil density - 1.69 t/m<sup>3</sup>. When working the soil with a



earthmoving machine, about 2.0% of the finely dispersed fraction in the form of a suspension passes into the water medium.

The mass of suspended substances entering the water environment during the development of 1579220.0 m<sup>3</sup> of soil with an earthmoving machine will be:

$$M_{\text{sus}} = 1579220.0 \text{ m}^3 \times 1.69 \text{ t/m}^3 \times 0.02 \times 0.1306 = 6971.12 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil development in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 6971.12 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 2575968.26 \text{ UAH.}$$

#### *Soil storage*

The storage of the soil is carried out on specially equipped landfills on the shore with the discharge of clarified water into the Danube River. With this type of storage, no negative impact on aquatic environment is expected when the soil is placed within the limits of coastal dumps equipped with protective dams.

In total, the amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during the development and storage of soil on the river area of the work with a volume of 159220, 0 m<sup>3</sup> during the implementation of project solutions of 2 LC in cost terms will be:

$$\Pi = \mathbf{2575968.26 \text{ UAH.}}$$

In total, the amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during the development and storage of soil on the river area of the work with a volume of 1592200 m<sup>3</sup> during the implementation of project solutions of 2 LC in cost terms will be:

When performing the entire cycle of dredging works of 2 LC, the fee for the ingress of pollutants into the water environment during the works may be:

$$\Pi = \mathbf{7648217.80 \text{ UAH} + 2575968.26 \text{ UAH} = 10224186.06 \text{ UAH}}$$

3 LC

### **Sea section of works**

#### *Soil development*

During the implementation of project solutions, 3 PCs with bucket dredges are planned to carry out dredging in the volume of 1362305.0 m<sup>3</sup> on the bar part of the sea approach channel. Soils are represented mainly by silts and silty sands, which are characterized by averaged physical and mechanical parameters: content of fraction 0.005 mm - up to 9.54%, soil density - 1.65 t/m<sup>3</sup>. When working the soil with a scoop, about 4.0% of the finely dispersed fraction in the form of a suspension passes into the water medium.

The mass of suspended substances entering the water environment during the development of 1362305.0 m<sup>3</sup> of soil with a bucket dredger will be:

$$M_{\text{sus}} = 1362305.0 \text{ m}^3 \times 1.65 \text{ t/m}^3 \times 0.04 \times 0.0954 = 8577.62 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil development in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 8577.62 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 3169602.14 \text{ UAH.}$$

#### *Soil storage*

The storage of soil on the sea underwater dump, by the method of free dumping, will be carried out in a volume of 1362305.0 m<sup>3</sup>. Composite soil is mainly represented by silty sands, which are characterized by the following averaged physical and mechanical indicators: content of fraction 0.005 mm - up to 9.54%, volume weight of soil – 1.65 t/m<sup>3</sup>. When storing soils according to the proposed technology, about 10% enters the water environment. When soil is transported to an underwater dump, 0.1% of the transported volume enters the water environment due to technological losses - seeps.

The mass of suspended substances that entered the water environment during storage and transportation over a distance of 8.2 km of soil is

$$M_{\text{B3B}} = 1362305.0 \text{ m}^3 \times 1.65 \text{ t/m}^3 \times 0.1001 \times 0.0954 = 21465.49 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil storage in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 21465.49 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 7931927.87 \text{ UAH.}$$

Also, the storage of soil on the sea underwater dump, by the method of free discharge, of soil from the river part of the works will be carried out in the volume of 5440455.0 m<sup>3</sup>. Soils are represented mainly by silts and silty sands, which are characterized by averaged physical and mechanical parameters: content of fraction 0.005 mm - 13.06%, soil density - 1.69 t/m<sup>3</sup>. When storing soils according to the proposed technology, about 10% enters the water environment. When soil is transported to an underwater dump, 0.1% of the transported volume enters the water environment due to technological losses - seeps.

The mass of suspended substances that entered the water environment during storage and transportation over a distance of 8.2 km of soil is

$$M_{\text{sus}} = 5440455.0 \text{ m}^3 \times 1.69 \text{ t/m}^3 \times 0.1001 \times 0.1306 = 120198.54 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil storage in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 120198.54 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 44415764.50 \text{ UAH.}$$

In total, the amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during the development of 1362305.0 m<sup>3</sup> of soil and the storage of 6802760.0 m<sup>3</sup> of soil in the sea area of the works during the implementation of project decisions of 3 LC in value terms will be:

$$\Pi = 396200.27 \text{ UAH.} + 991490.98 \text{ UAH.} + 44415764.50 \text{ UAH.} = \mathbf{55517294.51 \text{ UAH.}}$$

#### *Dam construction*

Construction of dams during the reconstruction is carried out from sorted large natural stones. With this option, no impact on the state of the water environment is expected. In particular, it is possible to expect an improvement in the conditions of existence of fish due to the creation of a biopositive lithocontour.

### **River section of works**

#### *Soil development*

During the re-realization of the design decisions of 3 PCs on the river part, the soil in the volume of 1722210.0 m<sup>3</sup> will be developed by suction dredgers. Soils are represented mainly by silts and silty sands, which are characterized by averaged physical and mechanical parameters: content of fraction 0.005 mm - 13.06%, soil density - 1.69 t/m<sup>3</sup>. When working the soil with an earthmoving machine, about 2.0% of the finely dispersed fraction in the form of a suspension passes into the water medium.

The mass of suspended substances entering the water environment during the development of 1722210.0 m<sup>3</sup> of soil with an earthmoving machine will be:

$$M_{\text{sus}} = 1722210.0 \text{ m}^3 \times 1.69 \text{ t/m}^3 \times 0.02 \times 0.1306 = 7602.32 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil development in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 7602.32 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 2809209.29 \text{ UAH.}$$

Also, development is carried out with bucket dredges in the planned volume - 7084440 m<sup>3</sup> of soil. Soils are represented mainly by silts and silty sands, which are characterized by averaged physical and mechanical parameters: content of fraction 0.005 mm - 13.06%, soil density - 1.69 t/m<sup>3</sup>. When working the soil with a scoop dredgers, about 4.0% of the finely dispersed fraction in the form of a suspension passes into the water medium.

The mass of suspended substances entering the water environment during the development of 1722210.0 m<sup>3</sup> of soil with a scoop will be:

$$M_{\text{sus}} = 7084440.0 \text{ m}^3 \times 1.69 \text{ t/m}^3 \times 0.04 \times 0.1306 = 62545.40 \text{ t.}$$

The amount of the fee for the ingress of pollutants into the water environment from the ingress of suspended substances during soil development in value terms will be:

$$\Pi_{\text{sus}} = 62545.40 \text{ t} \times 369.52 \text{ UAH/t} \times 1.0 = 23111776.21$$

In total, during the development of the river part of the works:

$$\Pi_{\text{sus}} = 351151.16 \text{ UAH} + 23111776.21 \text{ UAH} = \mathbf{25920985.50 \text{ UAH}}$$

#### *Soil storage*

The storage of soil in the volume of 1722210 m<sup>3</sup> and 1643985 m<sup>3</sup> is carried out on specially equipped dumps on the shore and a dump on the dam with the discharge of clarified water into the Danube River and NWBS. With this type of storage, no negative impact on aquatic environment is expected when the soil is placed within the limits of coastal dumps equipped with protective dams.

Also, 5,440,455 m of soil from the river part is deposited on the marine underwater hydro dump in the NWBS with the calculation in the section regarding the works on the marine part of the works

When performing the entire cycle of dredging works of 3 LC, the fee for the ingress of pollutants into the water environment during the works may be:

$$\Pi = \mathbf{55517294.51} + \mathbf{25920985.50 \text{ UAH}} = \mathbf{81438280.01 \text{ UAH}}$$

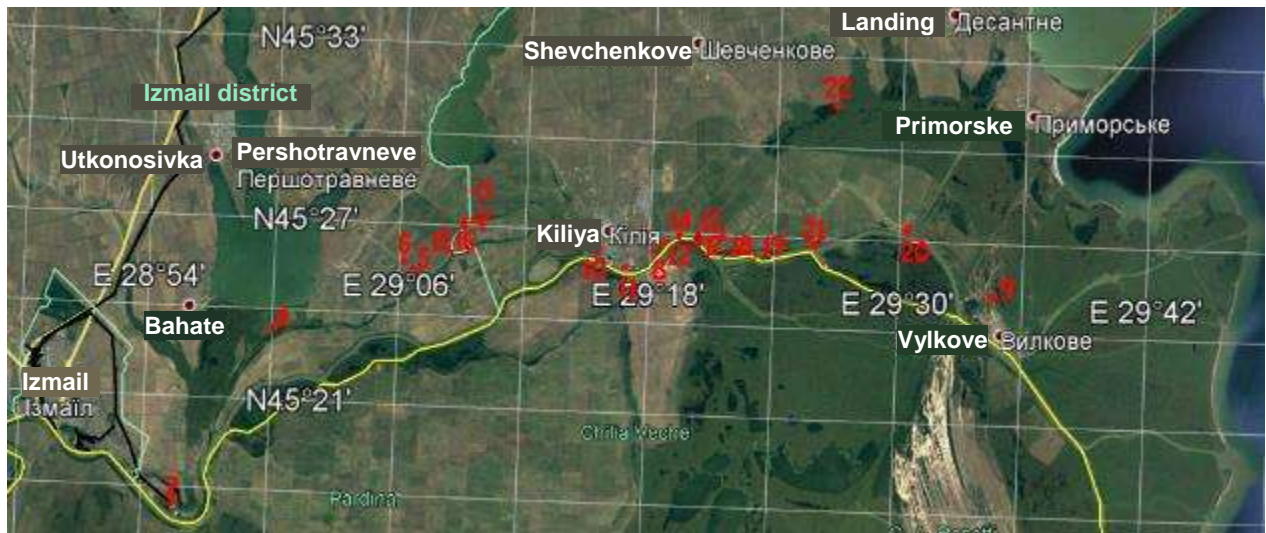
**APPENDIX N**

**SUGGESTIONS FOR PREVENTING NEGATIVE IMPACT OF OTHER TYPES OF  
ECONOMIC ACTIVITY ON THE ENVIRONMENT OF THE DANUBE DELTA,  
INCLUDING IN THE CROSS-BORDER CONTEXT BASED ON THE RESULTS OF  
HYDROCHEMICAL STUDIES**

During the analysis of the impact of point sources during the expedition survey in October 2020, several of the most indicative discharges in terms of location and type, selected from the list controlled by the state monitoring network, were investigated. The list of discharges that the Danube BDWR (Basin department of water resources) controlled in 2020 is presented in the table. 7.1; the location of these discharges is shown in fig. 7.1. Most of these discharges belong to agricultural enterprises and are related to the irrigation system. However, it can be assumed that these are far from all the discharges that exist in this area. In particular, we are talking about discharges of communal and household wastewater from the towns of Izmail, Reni and Kiliya.

**Table 7.1 – List of discharges according to the information of BDWR**

<b>No.</b>	<b>Code 2TP</b>	<b>Name of water user</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
1	512110	TOV "Kvadro OOO"	45° 43' 11"N	28° 35' 09"E
2	510045	PJSC "Izmail pulp and paperboard plant"	45°17'27,00"N	28°55'32.00"E
3	510822	PJSC "Izmail Navasco"	45° 28' 08.43"N	29° 9' 19.11"E
4	510864	AFC "Prydunaiska Niva"	45° 23' 18.02"N	29° 0' 03.16"E
5	511819	FG "Crocus"	45° 25' 26.97"N	29° 6' 40.46"E
6	511820	TOV "Dunai Agro"	45° 25' 38.13"N	29° 6' 16.66"E
7	511822	SC "Yenika"	45° 27' 12.45"N	29° 9' 28.69"E
8	510747	ME "Svitlo"	45° 26' 05.2"N	29° 18' 11.8"E
9	512114	ME "Vylkove Vodokanal"	45° 25' 03.3"N	29° 34' 40.9"E
10	510144	Kiliya Ship Repair Plant	45° 26' 25.0"N	29° 15' 32.8"E
11	510367	LLC "Titan"	45° 25' 41.6"N	29° 16' 54.0"E
12	510870	LLC "Blakytina Nyva-2005"	45° 26' 34.2"N	29° 18' 43.4"E
13	510838	APC "Mayak"	45° 26' 53.6"N	29° 20' 14.0"E
14	510838		45° 27' 01.1"N	29° 19' 35.0"E
15	511840	APC "Dunai"	45° 27' 09.9"N	29° 09' 21.9"E
16	511842	LLC JC Dunay-Agro	45° 27' 09.9"N	29° 09' 21.9"E
17	511842		45° 26' 53.6"N	29° 20' 14.0"E
18	510823	Pivden Agro Holding LLC	45° 26' 53.6"N	29° 20' 14.0"E
19	510823	FO Kryvenko D.A.	45° 26' 53.6"N	29° 20' 14.0"E
20	510823	Debut-2005 LLC	45° 27' 15.3"N	29° 30' 16.3"E
21	511846	LLC "Rice of Bessarabia"	45° 26' 41.2"N	29° 25' 55.7"E
22	511843	APC "Druzhba"	45° 31' 28.5"N	29° 26' 49.6"E



**Figure 7.1 – Location of dumps according to BDWR information**

In the fall of 2020, part of these discharges were investigated during an expeditionary survey (table 7.2).

**Table 7.2 – Water quality indicators during sampling in autumn 2020.**

Item	Nitrite nitrogen, mgN/dm <sup>3</sup>	Nitrate nitrogen, mgN/dm <sup>3</sup>	Phosphorus of phosphates, mgP/dm <sup>3</sup>	BOC <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
Danube, below Kiliya, above discharge 13	0.030	0.98	2.50	6.40
Below Kiliya, discharge 13, channel	0.006	0.43	1.40	19.20
Danube, Lisky, above discharge 20	0.030	1.00	1.52	1.60
Lisky, discharge 20, channel	0.006	0.12	2.74	4.00
Danube, Lisky, below discharge 20, the mouth of canal Danube-Sasyk	0.025	1.26	2.31	2.40

As you can see, the canal water has a high level of organic matter content according to BOC<sub>5</sub>, but with relatively small concentrations of nitrogen compounds (ammonium nitrogen content was below the sensitivity of the method). At the same time, both in the Danube and in the discharge channels, the concentrations of phosphate phosphorus are quite high. Based on the nitrogen/phosphorus ratio optimal for biota that consumes mineral compounds of biogenic elements (plants, microorganisms), which is in the range of 8-16, such high concentrations of phosphates indicate nitrogen limitation and the probable conversion of mineral nitrogen into organic forms, which and explains its low concentrations. Thus, low concentrations of mineral nitrogen in this case are not evidence of water purity, especially against the background of significant enrichment with

organic substances. Similarly, however, phosphorus may be mainly in organic form, which would explain its lower concentrations in discharge channel 13(17-19) than in the Danube below Kiliya (although this may also be explained by the influence of other discharges).

The discharge of water from these canals into the Danube takes place without preliminary treatment. Moreover, discharge 20 is actually located at the mouth (at the entrance) of canal Danube-Sasyk. Thus, wastewater enters the Sasyk, which already suffers from eutrophication.

It should also be noted that the technology of rice cultivation involves periodic, and not constant, discharge of water from the rice paddies, so the discharges are volleys. On the one hand, this worsens the situation, because a salvo load for the ecosystem is much more dangerous than a constant one for the same total intensity; on the other hand, it makes it possible to implement certain technical solutions for further purification and/or damping of volley discharges of wastewater.

The possibility of such solutions should, however, be considered separately within the framework of the relevant design developments.

Thus, a number of measures outlined below can be tentatively considered (Table 7.3).

According to the results of the ecological assessment, it was concluded that when developing measures for the ecological improvement of the Danube Delta, it is expedient to pay special attention to limiting the supply of compounds of biogenic elements, which had the main contribution to the deterioration of water quality according to the indicators of the tropho-saprobility block in the first half of 2021. At the same time, it should be taken into account that the assessment of water quality at the entrance to the Ukrainian section of the Danube delta (above Reni, 71 miles or 131 km) did not fundamentally differ from the average for the studied water area, but self-purification along this water area was not noticeable (or it was compensated by the influx new pollution).

**Table 7.3 – Possible measures to reduce the impact on the environment of economic activity, as well as informational support for management decision-making in the field of environmental protection in relation to the Ukrainian part of the Danube Delta**

No.	Name of the event	Expected effect	District/plot	Institution or business entity
1.	Relocation of the discharge of "Debut-2005" LLC downstream of the Danube from the entrance to canal Danube-Sasyk (or the closure of this canal for the time of water discharge)	Reduction of pollution and eutrophication of the lake Sasik	Arm Solomoniv, Lisky	"Debut-2005" LLC
2.	Arrangement of conditions	Prevention of volley	Arm Kiliyskyi,	LLC "Debut-

No.	Name of the event	Expected effect	District/plot	Institution or business entity
	for partial purification of waste water from rice fields at the exits of drainage canals	flow of wastewater, reduction of pollution of the Danube	below Kiliya; arm Solomoniv, Lisky	2005", APC "Mayak", LLC "Pivden Agro Holding", LLC JV "Dunai-Agro"
3.	Arrangement of stationary hydrochemical control points below the discharges of the Kiliya ship repairing plant, PJSC "Izmail pulp and paper plat" and other large enterprises	Facilitating control and increasing the efficiency of obtaining information on the main sources of wastewater discharges	City Kiliya, Izmail, Reni	BDWR, DHMO
4.	Carry out an inventory of discharges, add unaccounted ones to the general list	Increasing the objectivity of information about the main sources of wastewater discharges	City Kiliya, Izmail, Reni	BDWR, DHMO

In 2021 UKRNDIEP determined the chemical state of the massif of surface waters of the river Danube within Ukraine *for priority substances in accordance with the SWR*. The results of this study are the basis for improving the program of comprehensive ecological monitoring of the Ukrainian part of the river Danube, namely for additional inclusion in the list of controlled indicators of such priority pollutants as di-(2-ethylhexyl)phthalate (in water and bottom sediments of all bodies of the Ukrainian part of the river Danube), atrazine and simazine in the water of Danube delta, as well as mercury (in the water of the upper reaches of the Ukrainian part of the river Danube).



**APPENDIX O**

**PROPOSALS FOR THE PREVENTION OF NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF THE DANUBE DELTA, INCLUDING IN THE TRANSBOUNDARY CONTEXT, BASED ON THE RESULTS OF ICHTHYOLOGICAL STUDIES**

**On the necessity of monitoring the condition of the ichthyofauna of transboundary rivers**

Transboundary monitoring means monitoring carried out in transboundary zones - areas where the river crosses the territory of one country and passes into the territory of another country.

Ukraine declares accession to the EU as a strategic goal, and environmental protection as one of the priorities of European integration. The requirements for joining the European Union provide for the implementation of a sustainable development strategy during the short transition period, not only at the level of documents, but also its implementation in practice. Therefore, the preservation and restoration of biological and landscape diversity, including in the Danube basin, should become one of the main tasks of the state policy of Ukraine, and participation in the implementation of the Danube Strategy and the Action Plan should be a priority of cross-border cooperation [1].

The resolution of the CMU "State Program for the Development of Cross-Border Cooperation for 2021 - 2027" notes that as of 2021, nine Euroregions, including the Lower Danube. At the same time, an important direction of cross-border cooperation is the activation of Ukraine's participation in the implementation of the Strategy of the European Union for the Danube Region and the Danube Transnational Program. According to p. 5 of this resolution, the main task is to promote the protection of the natural environment, ensure environmental safety, rational use of natural resources, effective management of environmental risks, mitigation of consequences and adaptation to climate change [2].

The transboundary position of rivers often affects the conditions of existence and reproduction of the ichthyofauna living in them. One of the main conditions ensuring the existence of fish populations is effective natural reproduction, ensuring conditions for their survival and grazing.

The need to monitor the state of the Danube ichthyofauna was established a long time ago. Back in 1958, the Agreement was concluded, Article 8 of which provides that in the interests of rational fishing and ensuring the normal reproduction and preservation of valuable fish species, the Contracting Parties will mutually and timely exchange information on catches and migrations of fish [8].

As of 2009, in the river basin 932 obstacles to fish migration were noted in the Danube. Therefore, one of the priority directions in the territory of the Danube basin is the provision of unhindered migration for those species of fish that migrate over long and medium distances along the Danube River and other rivers connected to it [9].

In order to preserve transboundary fish stocks, stocks of migratory and highly migratory fish, the FAO technical guidance on fisheries in inland water bodies recommends carrying out the necessary measures in such a way that they are compatible with neighboring countries. Compatibility is achieved in such a way that the rights, competence and interests of the interested states are taken into account [15].

Since 2015, UKRNDIEP proposes to conduct Joint Ukrainian-Romanian cross-border monitoring of the ecological state of the Danube Delta, which should include monitoring of ichthyofauna [17, 18].

The purpose of monitoring the Danube ichthyofauna is to study the impact of hydrotechnical construction, fishing and navigation activities on migratory and native fish species, and to develop recommendations for the organization and regulation of fishing activities.

To *the main tasks of monitoring the Danube ichthyofauna* include:

- assessment of the state of populations of migratory and native fish species;
- assessment of the status of natural spawning grounds and breeding areas of young fish of migratory species;
- assessment of impacts related to the restoration and operation of navigation in the Danube Delta on migratory and native fish species and commercial fishing activities;
- development of relevant recommendations for the organization of commercial fishing activities and management of fisheries in the Danube Delta;
- assessment of damages caused to fisheries by poaching, hydrotechnical activities for the reporting period based on actual monitoring data, in particular field studies.

*The main types of activities related to damage assessment* include:

- collection and summarization of data on the state of commercial fish species based on information collected during field research;
- collection and summarization of statistical data on commercial fishing;
- survey of young fish of migratory species to assess the state of natural reproduction (DDBRA - Isakcha monitoring station, Vylkove - Odesa SSIFO Centre);
- the development of proposals for prevention and minimization of the consequences of restoration and operation of navigation routes for ichthyofauna.

At the same time, the Ukrainian Party offers monitoring of young migratory fish in the Bystre, Sulina and Georgiivskiy mouths. UKRNDIEP does not have an official answer (proposals from the Romanian Party) at the present time.

### **The possibility of using fish as bioindicators of the ecological state of transboundary sections of rivers**

Indicators of the state of ichthyocenoses and individual fish species can be used to obtain an integral assessment as bioindicators, the composition and abundance of which gives a fairly complete picture of the state of the ecosystem as a whole.

At the same time, fishery monitoring of watercourses, especially in their transboundary sections, is often separated from the general environmental monitoring program into an independent direction.

The study of ichthyofauna is important for several reasons.

First, fish are the top of the food chain in the river ecosystem, so they are able to accumulate toxic substances. At the same time, many types of fish are the objects of fishing, which can negatively affect the health of the population living near rivers.

Secondly, based on the state of the ichthyofauna and the ecological and morphological characteristics of individual species, it is possible to study the mechanisms of the response of fish to different levels of anthropogenic influence. This makes it possible to predict the development of the river ecosystem and to develop recommendations related to the correction of the existing situation in the direction of improvement.

Thirdly, the state of ichthyofauna in the transboundary sections of rivers is included in 15 basic indicators under 5 thematic groups of the United Nations Environment Program (UNEP).

At the same time, attention is focused on the fact that for transboundary river basins, the values of many risks will increase during the next 15-30 years in the conditions of climate change, socio-economic development, and population growth [19].

### **Changes in the species diversity of fish in the Ukrainian part of the Danube Delta associated with transboundary influences, including fish invasions**

Basin of the river Danube is the "most international" river basin in the world, as it is under the common jurisdiction of 19 countries.

As of 2009, 932 factors were identified that continue to create obstacles for fish migration and belong to the category of serious load factors. At the same time, it is noted that anthropogenic obstacles and disturbance of habitat structure should not interfere with migration and spawning of

ichthyofauna, and sturgeon and several other species of migratory fish should have unhindered access to the Danube and its tributaries. The latter should be represented by populations that can be self-sustaining according to their historical distribution. One of the priority directions in the territory of the Danube basin is the provision of unimpeded migration for those species of fish that migrate over long and medium distances along the river Danube and other rivers connected with it.

An analysis of the load factors carried out in the framework of the Danube River Basin Management Plan showed that the key factors contributing to the gradual deterioration of the integrity of the river and fish habitats in the Danube Basin are flood protection (45%), hydroelectric power generation (45%) and systems water supply (10%). Of the 1,688 objects that violate the integrity of the river and living areas, about 600 are dams and dams, 729 are anti-erosion embankments/dams, and 359 are classified as other types of objects that violate the integrity of the river ecosystem. 756 objects are equipped with special devices that facilitate the migration of fish. Thus, as of 2009, 932 objects violate the integrity of the river and continue to create obstacles for fish migration. Currently, these factors are classified as serious load factors. In December 2007 The Republic of Moldova, Romania and Ukraine signed the "Joint Declaration on the Creation of a Nature Management Program in the Danube Delta to Ensure Sustainable Ecological Development of the Region", which became for these three countries the foundation of cooperation aimed at ensuring the good ecological condition of the Danube Delta and the implementation of tasks defined in the SWR. Romania and Ukraine support regular transboundary interaction in connection with the Transboundary Biosphere Reserve and the territories covered by the Ramsar Convention, in particular, in the field of inventory and monitoring (for example, lists of plant and waterfowl species are published). [21]

In the work of P. Simonovych emphasizes that the impact of the Iron Gate I dam on the species diversity and biomass of fish and, accordingly, on the fishery was found much upstream of the dam. It was noted that as a result of increased siltation, the diversity and availability of fish habitat increased, as well as increased primary productivity. However, this conditional benefit was nullified by the change in the structure of the fish group, in which mainly rheophilic fish species were replaced by potamodromous ones, and aboriginal ones by non-aboriginal ones. This led to changes in the fishing industry: in fishing gear, fishing facilities, availability of fish products on the market and consumer habits. The reduction of floodplains greatly affected fishing. This was shown by the analysis of the example of the Sava River, where the productivity remained satisfactory in those sections of the river where the connection with the floodplain was preserved. Fish sluices are mainly not a realistic solution to the problem of passability of large dams and hydroelectric power stations for fish due to their hydromorphological, ecological or life cycle needs, especially during

their run. The lack of river connectivity and/or the inability of Caspian-Black Sea herring and sturgeon to ascend through the Iron Gates I and II dams on the Danube to their historic spawning grounds located upstream have turned them into one of the rarest species in the Black Sea region [22].

At the same time, it is noted that there are 863 km of free river on the Danube, where the first barrier is the Iron Gate II dam. Three anadromous sturgeon species (beluga *Huso huso*, Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*, sevryuga *Acipenser stellatus*) and two types of Caspian-Black Sea herring (Black Sea herring *Alosa pontica*, and the Azov shad *Alosa tanaica*). According to the classification of the IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List, the three mentioned sturgeon species are on the verge of extinction, the Black Sea herring is a vulnerable species, and the Azov pout is a species with the least threat.

The main threats to sturgeon are overfishing for valuable sturgeon roe and illegal fishing. The second most important threats are the construction of dams, as well as the modification of rivers for navigation and other purposes. The main problems are related to the control of illegal fishing and monitoring programs of these species in different countries and the lack of agreement and coordination of their management in the Lower Danube region. In contrast to sturgeons, for which there are presentations on the Internet about activities related to their status and scientific research, similar data are not available for Caspian-Black Sea herring, despite the fact that they also contribute to the local economy [23].

In addition to obstacles to migration, invasions of foreign fish species cause great damage to the diversity of fish in the Ukrainian part of the Danube Delta. Only in the years 1980-2004, higher aquatic plants were discovered in the Danube Delta area, without taking into account single-celled algae *Azolla caroliniana* and *A. filiculoides*, combs *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata*, molluscs *Mya arenaria*, *Scapharca inaequivalvis*, *Corbicula fluminalis* and *Synanodonta wudiana*, crabs *Rithropanopaeus harrisii tridentatus* and *Eriocheir sinensis*, pilengas fish (*Mugil soiu*y). At the same time, the main reason for the appearance of new species in the composition of river coenoses is considered to be the discharge of part of the ballast water in order for the ship to acquire optimal buoyancy in fresh water when it enters the river from the sea [24].

Fish are the most important element of the fauna of the Danube estuary. The significant size of freshwater and brackish water areas, favourable trophic conditions led to a high biological diversity and density of ichthyofauna. Fish stocks of the mouth of the Danube are one of the main natural resources of this region, an important object of economic activity - fishing and processing.

The appearance of invasive alien freshwater fish species is one of the most important threats to the aboriginal freshwater ichthyofauna of the Danube. The introduction of such species reduces

the diversity of native freshwater fish species and is considered an important factor in biotic homogenization at large spatial scales.

For more than 100 years, the Danube basin has been under enormous pressure due to fish invasions, which began in the 19th century and continue today. The main route of introduction into the Danube basin is through the Southern Invasion Corridor, connecting the Black and North Sea basins via the Rhine-Main-Danube waterway, including the Main-Danube Canal. 41 alien fish species were found in the Southern Invasive Corridor, of which 20 were found in the main channel of the Danube.

There are many difficulties in managing the number of invasive fish species. Literature data indicate that there is only one possibility of effective control of these fish species, namely, when they have just appeared and their distribution is limited. At this stage, management measures can be taken to limit their spread in nature and reduce their impact on local species and ecosystems.

***Proposed actions against emergency cases (EC)***, including those related to invasive species, in the Danube basin include the following:

- assessment of the impact on the ecosystem;
- identification of ecologically clean methods of combating EC;
- limitation and prevention of the spread and effects of EC;
- prioritization of river basins on the basis of the impacts of EC;
- maintaining research to identify ecologically sound methods of controlling populations of invasive species or their complete destruction;
- creation of a regional network regarding invasive species in the Danube basin;
- creation of monitoring, early detection and warning systems;
- development of cost-effective and realistic approaches to the management of fish habitats and their restoration;
- increasing the level of public awareness of the threats associated with alien species.

For effective management of the number of invasive fish species, the most important *international cooperation* and *general regulatory framework*, which are currently absent in the Danube region. The importance of such work is confirmed, in particular, by the discovery in the summer of 2021 of an African catfish that entered the river, probably from some fishery, and can cause great damage to the ichthyofauna of the Danube [26].

Thus, the obtained data indicate that currently ichthyological studies of transboundary rivers are of great relevance.

Proposals for ichthyofauna monitoring should include:

- analysis of the state of populations of migratory and native fish species;

- determination of the status of natural spawning grounds of native fish species and places of concentration of juveniles of migratory fish species;
- assessment of impacts related to hydrotechnical works on the territory of the three countries, including restoration of navigation in the Danube Delta, on migratory and native fish species and commercial fishing activities;
- creation of appropriate recommendations for the organization of commercial fishing activities and management of fisheries in the Danube Delta;
- detection of species diversity and analysis of changes in the composition of ichthyofauna;
- an assessment of the damage caused to fisheries by poaching and hydrotechnical works during the reporting period, based on actual data from field studies and monitoring results.

***Restrictions recommended for dredging during periods of specialized spawning bans on fishing***

1. During the period of spawning bans, operational dredging works must be carried out according to a technological scheme aimed at minimizing the negative impact and involves reducing the areas and volumes of dredging during the period of spawning bans for valuable industrial species, especially turbot flounder.

2. During the periods that partially coincide with the spawning bans, operational dredging will be carried out in the anthropogenically altered water areas of the sea approach channel of the DWNF "Danube river-Black sea" and the marine underwater dump in the NWPBS adjacent to the Danube delta, which are characterized by a complex and sharply changing hydrological and hydrochemical regime. The works must be carried out according to a technological scheme aimed at minimizing the negative impact and provide for a reduction in the areas and volumes of dredging during the period of spawning bans for valuable industrial species.

3. In order to reduce the negative impact on the conditions of fish reproduction, it is advisable to conduct dredging in the sea part of the approach channel adjacent to the Bystre mouth (the most salinized area) during the ban on fishing for turbot flounder (May) and Azov-Black Sea mullet (end of August - beginning of September). .

4. The operation of the dump shall be carried out in accordance with the design solutions aimed at the uniform filling of the underwater dump at the recommended loading areas.

5. Limit dredging volumes during spawning periods to the minimum production volumes agreed in the justification for each specific species affected to ensure the safety of navigation.

6. To reduce technological losses during dredging and transportation of soil, work without an overflow should be provided with the discharge of settled clarified waters.

7. In order to reduce the zone of negative impact of dredging works by reducing the zone of dispersion of suspensions for the period of adverse weather conditions (AWC), soil development is stopped.

8. In order to assess the actual actual impact of works, their implementation should be accompanied by specialized monitoring studies.

In order to assess the extent of the impact on the conditions of reproduction and stocking of aquatic living resources, the possibility of conducting dredging works during the period of specialized spawning bans on fishing in the Black Sea and R. Danube with dumping of soil on a marine underwater dump, located in the NWPBS, "Preliminary calculation of damages caused to the components of the natural environment as a result of operational works on the route of the sea approach channel of the DWNF Danube river-Black sea and during the storage of extracted soil for 2021". (together with CHORNOMORNDIPROEKT).